Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

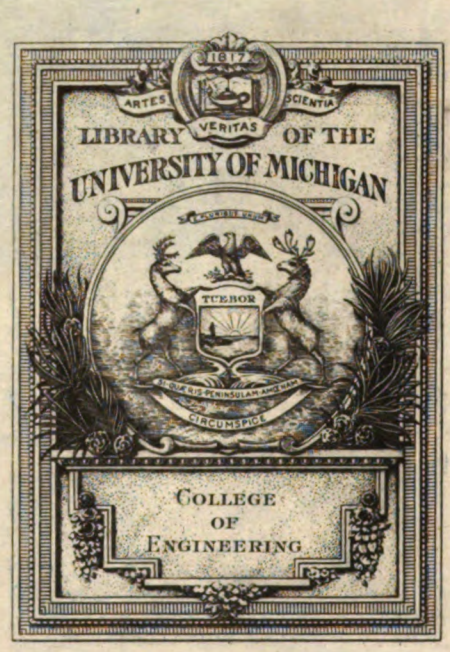
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

C 366080

Digitized by Google



Digitized by Google

TK
3
E46

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

LIV. Jahrgang

1933

II. Halbjahr

Berlin

Im Buchhandel durch Julius Springer

1933

Digitized by Google

Digitized by Google

Inhaltsverzeichnis.

(II. Halbjahr 1933)

A. Sachverzeichnis.

	Seite		Seite
I. Aufsätze, Rundschau und kleinere Mitteilungen	III	IV. Vereinsnachrichten	XIX
II. Persönliches	XVII	V. Geschäftliche Mitteilungen	XX
III. Literatur (insbes. Buchbesprechungen)	XVII		

Zeichenerklärung: * = größerer Aufsatz. — Brf. = Brief an die Schriftleitung. — B. = Berichtigung. — Vortr. = Vortrag. Bespr. = Besprechung.
Alle Zeichen stehen vor der Seitenzahl. Weitere Abkürzungen s. Abt. A IV, VDE.
Die Umlaute ä, ö, ü und ae, oe, ue sind wie die einfachen Laute a, o, u behandelt; Worte mit Umlauten sind den gleichartigen Worten mit einfachen Lauten nachgestellt.

I. Aufsätze, Rundschau und kleinere Mitteilungen.

Ableiter s. Überspannungsschutz.

Abzweigdosen s. Installationswesen.

Akkumulatoren (s. a. Automobile, Bahnbau).
Die Verwendung von Akkumulatorenbatterien auf Unterseebooten. Nach M. L. Jurnau. 752.
Planté-Hundertjahrfeier. Skowronnek. 900.
Das Ätznatron-Element. O. Clemens. Brf. 1034.
— R. Ziegenberg. Brf. 1034.
Selbsttätige Batterie-Ab- und Zuschaltung durch Kippdrossel bei Trockengleichrichtern. H. Böhm. *1037.
Die Nutzbremsung von Straßen- und Schnellbahnen, II. Teil. K. Töfflinger. *1183.
Die Entwicklung der Bleibatterien für Fahrzeuge. W. Rödiger. *1256.
Neuartige Zellenschaltung bei Akkumulatorenbatterien. W. Hollatz. *1264.

Akustik s. Meßkunde, Technische Akustik.

Aluminium s. Leitungen, Stoffkunde und Abt. AV, Geschäftliche Mitteilungen.

Analyse s. Mathematik.

Anlasser.
Leichte und bruchsichere Anfahrwiderstände für Bahnzwecke. Nach O. Eaton. 941.

Antenne s. Funkwesen.

Antriebe s. Automobile, Bahnbau, Maschinenantrieb, Schiffahrt.

Arbeitsbeschaffung u. Neueinstellungen (s. a. Wirtschaftsbelebung in Abt. AV, Geschäftliche Mitteilungen).
Arbeitsbeschaffung durch die BEWAG. 734.
Spende für die Förderung der nationalen Arbeit. 757.
Arbeitsbeschaffung in Sachsen. 782.

Arbeitsbeschaffung u. Neueinstellungen.
Wasserbauten für die Elektrizitätswirtschaft als Notstandsarbeiten. Energieversorgung Groß-Dresden AG. Brf. 786.
— F. Marguerre. Brf. 786.
— W. Gosebruch. Brf. 786.
Arbeitereinstellung bei den Elektrowerken. 806.
Auch die VEW schalten sich in das Arbeitsbeschaffungsprogramm ein. 806.
Neueinstellungen im Siemens-Konzern. 806.
Die erste Jahresschau der nationalen Arbeit. 830.
Ankurbelung des Elektrogewerbes als Schlüsselindustrie. 925.
Weitere Neueinstellungen bei Siemens und AEG. 1030.
Die Bedeutung des zweiten Gesetzes zur Verminderung der Arbeitslosigkeit für die Elektrogewerbe. B. Thierbach. *1061.
Aufträge der Reichspost. 1079.
Finanzierungshilfen bei Neuanlagen, Reparaturen und Erweiterungen für Hausbesitzer und Mieter. 1083.
Arbeiter-Einstellungen. 1149.
Elektrolux AG., Berlin-Tempelhof. 1176.
Ludwig Baugatz & Co., Kondensatoren-Fabrik G. m. b. H., Berlin-Neukölln. 1200.
Arbeitsbeschaffung in der Elektrizitätswirtschaft. 1211.

Atomforschung s. Physik.

Ausbildung s. Unterricht.

Ausgleichvorgänge s. Theoretische Elektrotechnik, Überspannung, Überstrom.

Ausstellungen und Messen.
— **Deutschland.**
Elektrowärme-Ausstellung in Essen 1933. 645.
Fahrpreisermäßigung für Besucher der „Jubiläums-Funkausstellung Berlin 1933". 806.
Die erste Jahresschau der nationalen Arbeit. 830.
Ständige Ausstellung Thüringen. 944.
Lehrschau „Installationstechnik". 944.
8. Grüne Woche Berlin 1934. 1079.
Die Deutsche Reichspost auf der Ausstellung „Die Kamera". 1105.

Ausstellungen und Messen.
Die Behörden-Sonderausstellungen auf der 10. Deutschen Jubiläums-Funkausstellung. G. Kette. *1085.
Rückblick auf die Elektrowärme-Ausstellung Essen. E. Beck. *1157.
9. Große Deutsche Funkausstellung. 1206.
Ausstellung „Deutsches Volk — Deutsche Arbeit" im Werden, Berlin. 1220.
„Die Kamera", Ausstellung für Photographie, Druck und Reproduktion. A. Przygode. 1220.
— — **Leipziger Messe.**
Wiederholung der Amerika-Reise des Leipziger Meßamts. 805.
Veränderungen im Direktorium des Leipziger Meßamts. 830.
Leipziger Herbstmesse 1933. 851.
Erste Braune Groß-Messe in Leipzig. 876.
Termine der Leipziger Frühjahrsmesse 1934. 1080.
— **Ausland.**
Funkausstellung Kopenhagen 1933. 805.
Wiederholung der Amerika-Reise des Leipziger Meßamts. 805.
Deutschland auf der Messe der Levante in Bari vom 6. bis 21. IX. 1933. 805.
Von der Weltausstellung in Chikago. E. Weber. *1137.

Auszeichnungen s. Abt. A II, Persönliches.

Außenhandel s. Abt. A V, Geschäftliche Mitteilungen.

Automat s. Schaltgeräte.

Automobile.
Leitungs-Omnibus s. Bahnbau.
Elektrische Heizkörper für Kraftwagen. 663.
Eine neue italienische Elektromobilkonstruktion. Nach R. Gourjon. 682.
Vom Fahrzeug gesteuerte Verkehrsampel-Anlagen. 753. 1173.
Neuartige Zählung des Straßenverkehrs. 1176.

Backöfen s. Wärmetechnik.

Bahnbau und Bahnbetrieb.
Amerika. 1052. 1270.
Barmen. 754.
Berlin. 663. 686. 897.
Bilbao-Portugalete. 921. 1030.

Digitized by Google

Bahnbau und Bahnbetrieb.
Cleveland. 1052.
Dänemark. 1099.
Deutschland. 663. 686. 754. 803. 869. 897. 969.
England. 920. 941. 1200.
Frankreich. 806.
Italien. 712.
Kopenhagen. 1099.
London. 920. 1200.
Malmö. 953.
Malmö—Stockholm. 1057.
München—Stuttgart. 803.
Neapel—Salerno. 712.
New York—Philadelphia. 1270.
Niederlande. 955.
Orléans—Tours. 806.
Österreich. 757. 968.
Polen. 1200.
Rußland. 1100.
Schlesien. 969.
Schweden. 953. 1057.
Schweiz. 803. 920. 955.
Siam. 1052.
Spanien. 734. 921. 1030.
Tauernbahn. 757.
Warschau. 1200.
— **Allgemeines.**
Vergüten von Radreifen in elektrischen Öfen. 664.
Apparat für die Entdeckung von Fehlern in Schienen. 733.
Belastungskurven und Energiespeicherung im Bahnbetrieb. 955.
Energieversorgung elektrischer Bahnen. 955.
Schnellschalter als Maschinenschutzschalter in Gleichstrom-Bahnanlagen. Nach C. Varichon. 1074.
Internationaler Straßenbahn- und Kleinbahnkongreß. 1124.
Die Nutzbremsung von Straßen- und Schnellbahnen, II. Teil. K. Töfflinger. *1183.
— **Eisenbahnen.**
— — **Elektrisierung.**
Elektrisierung der italienischen Staatsbahnen. 712.
Elektrisierung spanischer Eisenbahnen. 734.
Die Elektrisierungsarbeiten an der Tauern-Bahn. 757.
Schnellfahrversuche München—Stuttgart. 803.
Geschäftsbericht der Schweiz. Bundesbahnen für 1932. 803.
Eisenbahnelektrisierung in Frankreich. 806.
Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft über das 8. Geschäftsjahr 1932. 869.
Elektrisierung neuer Linien in der Schweiz 920.
Elektrischer Betrieb der Bilbao-Portugalete-Bahn. 921. 1030.
Elektrisierung auf den Malmöer Strecken. 953.
Elektrisierung niederländischer Eisenbahnen. 955.
Malmö—Stockholm. 1057.
Elektrisierung des Warschauer Knotenpunktes. 1200.
Hauptbahnelektrisierung in Japan. Nach S. Matsunawa. 1270.
New York—Philadephia in elektrischem Betrieb. 1270.
— — **Lokomotiven und Triebwagen.**
Rollwagen für den Güterverkehr der Barmer Bergbahn. 754.
Fortschritte in Fahrzeug-Transformatoren. Nach S. S. Cook u. C. Brockmann. 940.

Bahnbau und Bahnbetrieb.
Die Gotthard-Lokomotiven 1 Bo 1 Bo 1 + 1 Bo 1 Bo 1. 955.
Entwürfe dieselelektrischer Fahrzeuge. 955.
Verschiebelokomotive der Österreichischen Bundesbahnen. Nach A. Winkler. 968.
Dieselelektrische Lokomotive für Siam. 1052.
Elektrische Lokomotiven im Cleveland Union Terminal. 1052.
Amerikanische Lokomotiven für UdSSR. 1100.
— — **Verschiedenes.**
Die Strom- und Spannungsoberwellen im schlesischen Reichsbahnnetz. Nach O. Kasperowski. 969.
— **Straßenbahnen.**
Schaltplan für Straßenbahn-Nockenschalter. M. Gelbhaar. *721.
Vielfachsteuerung bei Straßenbahnen mit fernbetätigten Fahrschaltern. 780.
Neuerungen im Wagenpark der Berliner Straßenbahnen. 897.
Londoner Verkehrsmonopol. 920.
Verbesserung des Straßenbahnbetriebes. 955.
Nockenschalter der AEG für Gleichstrom-Fahrzeuge. Nach Balke. 1075.
Neue Akkumulator-Triebwagen für Straßen- und Kleinbahnen. Nach L. Balbo. 1145.
Londoner Straßenverkehr. 1200.
— **Schnellbahnen.**
Elektrische Heizkörper für die Berliner Stadtbahn. 663.
Elektrische Verbindungsbahn in Berlin. 686.
Speicher-Gelenktriebwagen. 869.
Londoner Verkehrsmonopol. 920.
Diesel-elektrische Triebwagen in England. 941.
Nockenschalter der AEG für Gleichstrom-Fahrzeuge. Nach Balke. 1075.
Nocken-Reihenparallelschalter. Nach Balke. 1097.
Elektrischer Vorortbahnbetrieb in Dänemark. 1099.
Leistungschütze für Gleichstromfahrzeuge. Nach Balke. 1146.
— **Verschiedene Bahnen.**
Umbau einer Dampflokomotive in eine Akkumulatorlokomotive. 1026.
Kettenbahn in einer Kohlenwäsche. 906.
Akkumulatorlokomotive im Grubenbetrieb. Nach W. Jurden. 1196.
— **Oberleitungs-Elektromobile.**
Eine neue Leitungsbus-Steuerung. 709.
Obbus. 852.
Die gleislose elektrische Bahn Idar—Tiefenstein. 1022.
Londoner Straßenverkehr. 1200.

Bänder s. Maschinenantrieb.

Bauwesen.
Die Wirtschaftlichkeit elektrischer Raumheizung — eine Frage der Wandkonstruktion. I. S. Cammerer u. H. Krause. *652.
Elektrische Bestimmung der Schallabsorption durch Baustoffe. Nach A. L. Albert u. W. R. Bullis. 1073.
Elektrische Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes von Bauholz. Nach C. G. Suits u. M. E. Dunlap. 1122.
Vorschriften für Schweißtechnik im Stahlbau. 1173.

Beglaubigungen s. Prüfämter.
Beleuchtung s. Lichttechnik.
Belichtungsmesser s. Lichttechnik.

Bergbau.
Die elektrische Reinigung der Gase beim Rösten von Zinkblende. 683.
Elektrische Streckenbeleuchtung im Zusammenhang mit der Auslöse- und Signalvorrichtung für ein Förderband. 683.
Auszug aus dem Jahresbericht 1931/32 des Oberschlesischen Überwachungsvereins zu Gleiwitz. 710.
Elektrische Schrägförderung mit ganzen Zügen zwischen verschiedenen Fördersohlen. Nach A. Hentschel. 781.
Fördergeräte im Braunkohlenbergbau. 865. B. 1060.
Untersuchungen über die Zündung von Brückenzündern durch beliebige Ströme und die sich daraus ergebenden Anforderungen an elektrische Zündmaschinen. Nach Drekopf. 870.
Elektrizität zur Verhütung von Bergschäden. Nach A. Gaertner. 897.
Erdschlußschaltung. Nach Knief. 898.
Die elektrischen Anlagen der neuen Kohlenwäsche der Harpener Bergbau AG. in Recklinghausen. K. Abel. *905.
Vor Ort gemessene Beleuchtungstärken im Ruhrkohlenbergbau. 940.
Schaltwagen in der Stromzuführung unter Tage. Nach Morhenn. 941.
Elektrische Antriebe im Bergbau. C. Roeren. *1006.
Die Überwachung des Isolationszustandes in Schachtsignalanlagen. Nach Nattkemper. 1026.
Erdkabel für Bergschädengebiete. (Dehnungskabel.) H. Heinzelmann. *1048.
Lichtsignale im Lokomotivbetrieb unter Tage. Nach Grondziel. 1052.
Elektrische Antriebe in Steinkohlen-Aufbereitungsanlagen. Nach Körfer. 1076.
Signalschaltung in der Abbaubeleuchtung und ihre Vorteile. Nach Bohnhoff. 1076.
Der Zeitstaffelschutz durch Überstromrelais in Strahlennetzen unter Tage. Nach H. Koch. 1100.
Kratz- und Mattenbänder. 1101.
Elektrische tragbare Gruben- und Kopflampen nach englischem Schrifttum. Nach Körfer. 1171.
Anzapfbare, schlagwettersichere Trockentransformatoren für Abbaubeleuchtung. 1182.
Akkumulatorlokomotive im Grubenbetrieb. Nach W. Jurden. 1196.
Elektromagnetische Prüfung von Förderseilen. Nach Woernle. 1270.

Berichtigung. 1036. 1060. 1204. 1228.
Betäubung s. Medizin.
Bezugsquellenverzeichnis. 668. 716. 788. 1132. 1204. 1228.
Bibliothek s. Abt. A III, Literatur.

Bildtelegraphie und Fernsehen.
Photozellen s. Lichttechnik.
Bildtelegraphie Siam—Europa. 755.
Fernsehversuche England—Australien. 755.
Fernsehen in Deutschland. 1079.
Fernsehdienst in England. 1080.
Großes Fernseh-Entwicklungsprogramm der Deutschen Reichspost. 1101.

Digitized by Google

Bildtelegraphie.
Die Deutsche Reichspost auf der Ausstellung „Die Kamera". 1105.
Die Fernseh-Schau auf der Jubiläums-Funkausstellung in Berlin 1933. G. Kette. *1141.
Das Ikonoskop, ein neues Fernsehgerät. 1244.

Blindstrom s. Elektrizitätswerke, Kondensatoren.
Blitz s. Überspannung.

Brand.
Brandschutz bei Ölbränden. 865.
Wasserlöschung von Transformatorbränden. 1097.
Brand in der Städtischen Oper. 1057.

Braunsches Rohr s. Meßkunde.
Bremse s. Bahnbau, Maschinenantrieb.
Brennkraftmotoren s. Automobil, Dieselmotoren.
Brennstoff s. Dampfkessel, Dieselmotoren, Energiewirtschaft, Stoffkunde.
Brückenzünder s. Wärmetechnik.
Buchbesprechungen s. Abt. A III, Literatur.
Bücherei s. Abt. A III, Literatur.

Buchführung.
Sollen Elektrizitätswerke vom Anschaffungswert oder vom Buchwert abschreiben? E. Krause. *751.
Bürsten s. Elektrische Maschinen.

Chemie s. Elektrochemie, Wärmetechnik.

Dampf s. Dampfkessel, Dampfturbinen, Elektrizitätswerke, Energiewirtschaft.

Dampfkessel (s. a. Gasreinigung, Meßkunde).
Der Ausbau der industriellen Elektrowärmeanwendung als volkswirtschaftliche Aufgabe. C. T. Buff. *653.
Untersuchungen an einem Elektrokessel für die Heizung eines Reserve-Kraftwerkes. G. Maas. *765.
Schwierigkeiten in Torfkraftwerken der UdSSR. 825.
Über den direkten und indirekten Anschluß von Kohlenstaubanlagen an Dampfkessel. Nach G. Caldier. 828.
Kennzeichen des Kraftwerksbaues in der Nachkriegszeit. H. Schult. Vortr. *881. *915.
Gestaltung der Vorwärmanlagen in Kraftwerken. 882.
Frischdampfleitungen in Kraftwerken. 915.
Die Wirtschaftlichkeit der Erzeugung elektrischer Arbeit aus der Müllverbrennung. Nach F. Seidl. 943.
Ölgefeuerter Kessel. 953.
Westinghouse erwirbt Bensonkessel-Lizenz für Amerika. 1080.
Eine Tagung über die betriebstechnischen Fragen der Hochdruckdampfkraftanlagen in Moskau. 1103. 1149.
Die Gewinnung elektrischer Kraft aus Hausmüll in Lyon. 1195. B. 1228.
Wiedergewinnung unverbrannter Teile hinter Wanderrosten bei der Krafterzeugung. 1195.
Neue Torffeuerungen in den Überlandkraftwerken der UdSSR. 1267.
Anfressungen durch Sauerstoffaufnahme bei stillstehenden Kesseln. Nach Richter. 1271.

Dampfturbinen.
Selbsttätiger Anlauf einer Notturbine. 916.
Quecksilberdampf-Anlage für 20 000 kW. 1272.
Deutscher Ausschuß für technisches Schulwesen s. Unterricht.
Dezimalklassifikation s. Normen.

Dieselmotoren (s. a. Bahnbau, Elektrizitätswerke).
Dieselmotor und Elektromotor. Nach G. Bitter. 845. 943.
Dieselgeneratoren mit Abwärmeverwertung für die Eigenbedarfsanlagen von Dampf-Großkraftwerken. H. Schult. Brf. 972. Brf. 975.
— H. Giesbers. Brf. 974.
— M. Gercke. Brf. 974.
Wann sind eigene dieselelektrische Kraftstationen in der Industrie wirtschaftlich berechtigt? W. Gosebruch. 1242.
Brennstoffe für stationäre Krafterzeugung. 1246.

Drähte s. Leitungen.

Drosselspulen (s. a. Theoretische Elektrotechnik).
Die Folgen der gegenseitigen Induktion bei Dreiphasen-Luftdrosselspulen. H. G. Nolen. *858.
Selbsttätige Batterie-Ab- und -Zuschaltung durch Kippdrossel bei Trockengleichrichtern. H. Böhm. *1037.
Beitrag zur Berechnung eisenloser Banddrosselspulen. Nach R. Edler. 1097.

Druckerei.
Elektrische Setzmaschinenheizung. F. Mörtzsch. 663.
Druckluft s. Schaltgeräte.

Durchschlag s. Theoretische Elektrotechnik.
Dynamo s. Elektrische Maschinen.

Echodämpfung s. Leitungen.
Echolot s. Meßkunde.

Einheiten.
Normale s. Meßkunde.
Vorsätze zur Bezeichnung der Vielfachen und Teile von Einheiten. 739.
— Erläuterungen dazu. 739.

Einstellungen s. Arbeitsbeschaffung.
Eisen s. Hütte, Magnetismus, Stoffkunde, Wärmetechnik.
Eislast s. Leitungen.

Elektrische Maschinen (s. a. Anlasser, Maschinenantrieb, Regelung, Transformatoren).
— **Allgemeines.**
Der Einfluß der Polstreuung auf die notwendige Erregung für die Polkerne. W. Putz. *701.
Hydraulische Schlupfkupplung. 744.
Frischluft- und Ringumlauf-Kühlung. 837.
Überwachung der Wicklungsisolation bei Groß-Generatoren. 838.
Dieselmotor und Elektromotor. Nach G. Bitter. 845. 943.
Die Wärmeflüsse in den Rotoren der Turbogeneratoren. Nach D. Harms. 847.
Die heutigen Motorenarten. G. Scharowsky. *981.
Mehrmotoren-Gleichlauf-Betriebe. W. Stiel u. F. Müller. *988.
Ursache und Messung des Lärmes elektrischer Maschinen. 1013.
Aluminium für die Erregerwicklung von großen Maschinen. 1013.

Elektrische Maschinen.
Schwungmoment und Trägheitsmoment in der Elektrotechnik. H. Görges. *1071. Brf. 1227.
Die Entwicklung einer geräuschisolierenden Grundplatte für Motoren. Nach E. H. Hull. 1121.
Schutz der Fundamente gegen Lecköl. 1124.
Aufnahme von Anlaufkurven. 1161.
Zur Frage der Lebensdauer der Kommutatoren und Kohlebürsten. L. Zilken. *1229.
— **Gleichstrommaschinen.**
Turbinamos. 917.
Konstruktiver Übergang zwischen Nebenschluß- und Hauptstrom-Kennlinien bei Gleichstrommaschinen. W. Volkers. *1039.
Rundfeuer am Kommutator und dessen Entstehung. Nach A. J. Moskwitin. Von C. Trettin. 1073.
Zur Frage der Lebensdauer der Kommutatoren und Kohlebürsten. L. Zilken. *1229.
— **Wechselstrommaschinen.**
— — **Allgemeines.**
Der asynchrone, synchrone und synchronisierte Einphasen-Dreiphasen-Umformer. Nach H. Decker. 895.
Schwungmoment und Trägheitsmoment in der Elektrotechnik. H. Görges. *1071. Brf. 1227.
— — **Synchronmaschinen.**
Versuche zur Bestimmung der Dämpfungscharakteristik von Synchrongeneratoren. Nach F. A. Hamilton. 681.
Der Einfluß der Polstreuung auf die notwendige Erregung für die Polkerne. W. Putz. *701.
Spitzenleistung im Elektro-Großmaschinenbau. Nach L. Kropff. 779.
Pflege und Überholung von Generatoren, Transformatoren und Schaltanlagen in Großkraftwerken. Schneider. Vortr. *837. *863.
Frischluft- und Ringumlauf-Kühlung. 837.
Die Wärmeflüsse in den Rotoren der Turbogeneratoren. Nach D. Harms. 847.
Die Stromverdrängung in den Evolventenbügeln großer Generatoren und ihre Verhinderung. Nach R. Pohl und H. Brandt. 848.
Zur Messung der Streuung von Synchronmaschinen. Nach H. Sequenz. 917.
Einphasengeneratoren des Spullerseewerkes. 929.
Synchronisierströme beim Parallelbetrieb von Turbogeneratoren. 1013.
Messung der mittleren Temperaturen der Läuferwicklungen von Turbo-Synchronmaschinen während des Betriebes. P. Neumann. *1143.
Selbsterregung von Synchronmaschinen mittels gittergesteuerter Gleichrichter. H. J. Mohr. *1231.
— — **Asynchronmaschinen.**
Der Asynchronmotor bei Betrieb mit kleiner Frequenz. E. Rodewald. *793.
Elektrische Antriebe in Steinkohlen-Aufbereitungsanlagen. Nach Körfer. 1076.
Verhalten asynchroner Drehstrommotoren bei sich ändernder Netzspannung. M. Kühnert. B. 1204.
Die Asynchronmaschine im Rahmen der allgemeinen exakten Widerstandstheorie. Nach F. Pinter. 1217.
— — **Wechselstrom - Kommutatormaschinen.**
Die Strom- und Spannungsoberwellen im schlesischen Reichsbahnnetz. Nach O. Kasperowski. 969.

Digitized by Google

Elektrische Maschinen.
Neue Erregerschaltung für Netzkupplungsumformer und Regelsätze. H. Harz. *1117.
— **Umformer.**
Hydromechanischer Schlupfumformer. F. Marguerre. *744.
Umformeranlage des Aluminiumwerkes Wolchowstroi. Nach H. Schmidt. 918.
Neue Erregerschaltung für Netzkupplungsumformer und Regelsätze. H. Harz. *1117.

Elektrisierung s. Bahnbau, Energiewirtschaft.

Elektrizitätswerke (s. a. Dampfkessel, Dampfturbinen, Dieselmotoren, Energiewirtschaft, Fernmessung, Leitungen, Rechtspflege, Regelung, Schaltanlagen, Wasserturbinen).
Ägypten. 1200.
Amerika. 801. 813.
Australien. 852.
Berlin. *881. *915. 1199.
Brommat. 712.
Deutschland. Vortr. *669. *697. *881. *915. *1088. 1104. 1199.
Düna-Kraftwerk. 734. 782.
Edfu. 1200.
Eisernes Tor. 830.
Elbing. *881. *915.
Eskimo-Kraftwerk. 712. 971.
Frankreich. 712. 777. 918. 944. 1176. 1195.
Irland. 852.
Kanada. *813.
Lettland. 734. 782.
Lyon. 1195.
Magdeburg. *881. *915.
Mallnitzwerk. *1041.
Nepean-Talsperre. 852.
Österreich. *929. *1041. 1176.
Ottmachau. *1088.
Rußland. 1051.
Saaletalsperre. Vortr. *669. *697.
Saint Denis. 918.
Schulau. *881. *915.
Schwandorf. *881. *915.
Schweden. 712. 953. 971.
Shannon. 852.
Spullerseewerk. *929.
Susquehanna. 801.
Třebovice. 1199.
Tschechoslowakei. 1199.
Vargön. 953.
Wien. 1176.
Zillierbach-Talsperre. 1104.
— **Anlagen** (Beschreibung und Entwurf).
— — **Wasserkraftwerke** (s. a. Wasserturbinen).
Die Saaletalsperre. H. Kyser. Vortr. *669. *697.
Das französische Wasserkraftwerk Brommat. 712.
Eskimo-Kraftwerk. 712. 971.
Lettland annulliert den Düna-Kraftwerk-Vertrag. 734.
Die Wasserkräfte des französischen Zentralmassivs. 777.
Holzlieferung gegen Finanzierung und Bau des Düna-Kraftwerks. 782.
Wasserbauten für die Elektrizitätswirtschaft als Notstandsarbeiten. Energieversorgung Groß-Dresden AG. Brf. 786.
— F. Marguerre. Brf. 786.
— W. Gosebruch. Brf. 786.
Großes Mitteldruck-Wasserkraftwerk in den V. S. Amerika. Nach N. B. Higgins. 801.
Weiterer Ausbau der kanadischen Wasserkräfte unter besonderer Berücksichtigung des St.-Lawrence-Projektes. G. Reglin. *813.
Donau-Kraftwerk am Eisernen Tor. 830.

Elektrizitätswerke.
Bau der Nepean-Talsperre in Neu-Süd-Wales, Australien. 852.
Neuer irländischer Auftrag für S.S.W. 852.
Das Spullerseewerk. A. Hruschka. *929.
Der Stand der elektrischen Wasserkraftwerke in Frankreich 1933. 944.
Wasserkraftwerk Vargön. 953.
Das Mallnitzwerk. A. Hruschka. *1041.
Das Wasserkraftwerk Ottmachau. W. van Heys. *1088.
Errichtung der Zillierbach-Talsperre bei Wernigerode. 1104.
Die morphologische Umgestaltung der geschiebeführenden Flüsse im Zusammenhang mit der Großkraftausnutzung. Nach Oexle u. Schreitmüller. 1164.
Die graphische Berechnung von Kanälen und Wasserleitungen. Nach G. Sfondrini. 1220.
— — **Wärmekraftwerke** (s. a. Dampfkessel, Dampfturbinen, Dieselmotoren.)
Kennzeichen des Kraftwerksbaues in der Nachkriegszeit. H. Schult. Vortr. *881. *915.
Vollselbsttätiges Diesel-Kleinkraftwerk. 893.
Die Erweiterungsbauten des Kraftwerks Saint Denis. Nach R. H. Andrews. 918.
Grundsätzliche Gesichtspunkte für den Entwurf von Reserve-Dampfkraftwerken und Einrichtungen zur Erhöhung ihres Bereitschaftswertes. L. Musil. *963.
Dieselgeneratoren mit Abwärmeverwertung für die Eigenbedarfsanlagen von Dampf-Großkraftwerken. H. Schult. Brf. 972. Brf. 975.
— H. Giesbers. Brf. 974.
— M. Gercke. Brf. 974.
Das erste Torfkraftwerk in Frankreich. 1176.
Die Gewinnung elektrischer Kraft aus Hausmüll in Lyon. 1195. B. 1228.
Das Großkraftwerk Třebovice, Tschechoslowakei. O. Knab. 1199.
Elektrizitätsausbau in Ägypten. 1200.
— **Belastungsverhältnisse.**
Zusammenschluß und Spitzenkraft. 954.
Grundsätzliche Gesichtspunkte für den Entwurf von Reserve-Dampfkraftwerken und Einrichtungen zur Erhöhung ihres Bereitschaftswertes. L. Musil. *963.
Belastungsausgleich in Kraftwerken. G. Schnaus. Brf. 1082.
— Schwaiger. Brf. 1082.
Belastungsverlauf in Berlin während der Rede des Führers am 10. XI. 1933. 1199.
Zur Vorausbestimmung von Belastungsverhältnissen. v. Renesse. 1272.
— **Betriebsüberwachung.**
Ein einfaches Verfahren zur Auswertung von Registrierstreifen. H. Häußler. Brf. 926.
— J. Dalchau. Brf. 926.
Die Überlandkraftwerke des Moskauer Gebiets vor dem Maximum des laufenden Jahres. Th. Sauer. 1051.
Frequenz- und Leistungsreglung in großen Netzen. K. Schäff. *1212.
— **Blindstromfragen.**
Blindstromkompensierung in Leitungsnetzen. E. Unger. *672.
Grenzen der Leistungsfaktorverbesserung bei Gasentladungslampen. Nach H. Rissik. 802.
Die Blindleistung in Gleich- und Umrichteranlagen. Nach Meyer-Delius. 895.
Blindleistung und Verbesserung des Leistungsfaktors. 1063.

Elektrizitätswerke.
— **Verschiedene technische Betriebsfragen** (s. a. Fernmessung).
Stabilität von Kuppelleitungen zwischen Netzen und Kraftwerken. Nach E. Schönholzer. 847.
Zusammenschluß und Stabilität von Netzen. 1062.
Erdung des Nulleiters. 1063.
Energiekupplung zwischen Hüttenwerken und öffentlicher Strom- und Gasversorgung. Nach B. v. Sothen. 1122.
Verhalten des Selektivschutzes beim Außertrittfallen von Kraftwerken. R. Schimpf. *1134.
Die Verhütung von Maximumüberschreitungen beim Fremdstrombezug. K. Ratschke. 1196.
Verbesserungen der Kleinverteilung in der deutschen Elektrizitätswirtschaft. J. Adolph. *1207.
Vereinheitlichung von Frequenz, Stromart und Spannung. 1208.
Frequenz- und Leistungsreglung in großen Netzen. K. Schäff. *1212.
— **Geschäftlich-Wirtschaftliches** (s. a. Energiewirtschaft, Rechtspflege und Abt. A V, Geschäftliche Mitteilungen).
Arbeitsbeschaffung durch die BEWAG. 734.
Lettland annulliert den Düna-Kraftwerk-Vertrag. 734.
Sollen Elektrizitätswerke vom Anschaffungswert oder vom Buchwert abschreiben? E. Krause. *751.
Holzlieferung gegen Finanzierung und Bau des Düna-Kraftwerks. 782.
Die Kapitalstruktur der deutschen Elektrizitätswirtschaft. A. Friedrich und B. Thierbach. *800.
Gemeinschaftsarbeit zwischen Elektrizitätswerken, Installateuren und Fachhandel. 857.
Gegenwartsaufgaben der deutschen Elektrizitätspolitik. A. Friedrich und B. Thierbach. *912.
Aus den Jahresberichten deutscher Elektrizitätswerke. 923. 1174.
Die Wirtschaftlichkeit der Erzeugung elektrischer Arbeit aus der Müllverbrennung. Nach F. Seidl. 943.
Dieselgeneratoren mit Abwärmeverwertung für die Eigenbedarfsanlagen von Dampf-Großkraftwerken. H. Schult. Brf. 972. Brf. 975.
— H. Giesbers. Brf. 974.
— M. Gercke. Brf. 974.
Die Bedeutung des „Werberates der deutschen Wirtschaft" für die Elektrogewerbe. 1173.
— **Tarifwesen.**
Die Tarifformen. H. Schäfer. Brf. 810.
— H. Scharrer. Brf. 810.
— A.G. Arnold. Brf. 811.
Vereinfachung der Tarife. 874.
Gegenwartsaufgaben der deutschen Elektrizitätspolitik. A. Friedrich und B. Thierbach. *912.
Tarif mit Energieanteilen. 953.
Vereinheitlichung des Tarifwesens. 1211.
Wann sind eigene dieselelektrische Kraftstationen in der Industrie wirtschaftlich berechtigt? W. Gosebruch 1242.
— **Installation und EW.**
Gemeinschaftsarbeit zwischen Elektrizitätswerken, Installateuren und Fachhandel. 857.
Ausführung von Installationen durch die Elektrizitätswerke. 874.
Die Bedeutung des zweiten Gesetzes zur Verminderung der Arbeitslosigkeit für die Elektrogewerbe. B. Thierbach. *1061.
Finanzierungshilfen bei Neuanlagen, Reparaturen und Erweiterungen für Hausbesitzer und Mieter. 1083.

Digitized by Google

Elektrizitätswirtschaft s. Energiewirtschaft
Elektrizitätszähler s. Meßkunde.

Elektrochemie.
Öfen s. Wärmetechnik.
Die elektrolytische Kupfergewinnung, insbesondere der Zinnwerke Wilhelmsburg G. m. b. H. zu Harburg-Wilhelmsburg. Nach G. Eger. 779.
Berechnung der Selbstkosten eines elektrolytischen Überzuges. Nach P. Orlowski. 1028.
Die Verwertung von Rohsalz durch das Siemens-Billiter-Verfahren. E. Belani. 1049.
Die Magnesiumerzeugung aus Fluoridbädern auf elektrischem Wege. Nach F. Ravier. 1055.

Elektroindustrie s. Abt. A V, Geschäftliche Mitteilungen.
Elektrometer s. Meßkunde.
Elektromobile s. Automobile, Bahnbau.
Elektronentheorie s. Theoretische Elektrotechnik.
Elektrostatik s. Theoretische Elektrotechnik.
Elektrotechnischer Verein s. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
Elektrowärme s. Wärmetechnik.

Elemente.
Das Ätznatron-Element. O. Clemens. Brf. 1034.
— R. Ziegenberg. Brf. 1034.
Lorit-Verfahren für die Batterieherstellung. 1123.

Empfänger s. Funkwesen.
Endverschluß s. Leitungen.

Energiewirtschaft (s. a. Elektrizitätswerke).
— **Wasserwirtschaft.**
Wasserwirtschaft Thüringens. 700.
Die Wasserkräfte des französischen Zentralmassivs. 777.
Wasserbauten für die Elektrizitätswirtschaft als Notstandsarbeiten. Energieversorgung Groß-Dresden AG. Brf. 786.
— F. Marguerre. Brf. 786.
— W. Gosebruch. Brf. 786.
Weiterer Ausbau der kanadischen Wasserkräfte unter besonderer Berücksichtigung des St.-Lawrence-Projektes. G. Reglin. *813.
Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Dampf- und Wasserkraftanlagen. Nach Irwin und Justin. 830.
— **Wärme- u. Brennstoffwirtschaft.**
Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Dampf- und Wasserkraftanlagen. Nach Irwin u. Justin. 830.
Die internationale und deutsche Kohlenwirtschaft im Jahre 1932. 1104.
Der Kohlenverbrauch der Elektrizitätswerke. 1149.
Stillegung eines österreichischen Kraftwerks. 1176.
Das erste Torfkraftwerk in Frankreich. 1176.
— **Elektrizitätswirtschaft.**
— — **Allgemeines.**
Internationale Elektrizitätserzeugung 1932. 852.
Teiltagung der Weltkraftkonferenz in Skandinavien 1933. A. Przygode. 953.
— — **Deutschland.**
Die Elektrisierung der deutschen Haushaltungen. 685.
Zeitgemäße Elektrizitätswirtschafts-Aufgaben. M. Rohrlach. *723. Brf. 1130.
— O. Wilkening. Brf. 1130.

Energiewirtschaft.
Öffentliche Elektrizitätswirtschaft im Versorgungsgebiet der Provinz Schlesien. C. Bachmann. *772.
Die Kapitalstruktur der deutschen Elektrizitätswirtschaft. A. Friedrich u. B. Thierbach. *800.
Öffentliche Elektrizitätswirtschaft im Versorgungsgebiet der Provinz Ostpreußen und des Freistaates Danzig im Berichtsjahr 1932. W. Schmundt. *842.
Gegenwartsaufgaben der deutschen Elektrizitätspolitik. A. Friedrich u. B. Thierbach. *912.
Steigender Stromverbrauch Berlins. 971.
Die Elektrizitätswirtschaft der nicht zur Preußenelektra gehörenden öffentlichen Unternehmungen im Versorgungsgebiet der Provinz Hannover, Hansestädte Hamburg, Bremen und Lübeck, Freistaat Oldenburg, Schaumburg-Lippe, Lippe-Detmold, Oberhessen vom Freistaat Hessen und Provinz Hessen-Nassau im Betriebsjahr 1932. O. Wilkening. *1023.
Die Energiewirtschaft des deutschen Reichs. Nach E. Haidegger. 1079.
Die rhein-mainische Energiewirtschaft soll vereinigt werden. 1176.
Verbesserungen der Kleinverteilung in der deutschen Elektrizitätswirtschaft. J. Adolph. *1207.
Erhöhter Stromabsatz der Reichselektrowerke. 1221.
Öffentliche Elektrizitätswirtschaft in Württemberg und Hohenzollern. A. Pirrung. *1239.
Versorgung Mecklenburgs durch das MEW. 1272.
Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft. 923. 1174.
Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland. 756. 851. 943. 1104. 1221.
— — **Übriges Europa.**
Englische Elektrisierungsanleihe für Polen. 757.
Weitere Zunahme der Elektrizitätserzeugung Englands auch im Jahre 1933. 852.
Die Lage der Elektrizitätswirtschaft in Belgien. P. Celis. *889.
Die Betriebsergebnisse der Überlandkraftwerke in der UdSSR im Jahre 1932. Th. Sauer. 900.
Die öffentliche Elektrizitätswirtschaft Rumäniens 1932. H. Thieß. *935.
Ein statistischer Bericht zur Elektrisierung der französischen Landgemeinden. Nach L. Fèvre. 1053.
Mängel in der Elektrowirtschaft der UdSSR. 1125.
Der Stand der Elektrizitätsversorgung der UdSSR. im Jahre 1932. P. Gurewitsch u. K. v. Pohl. *1138. *1168. *1184.
Fortschritte der portugiesischen Elektrizitätswirtschaft. 1176.
Österreichs Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1932. J. Ornig. *1265.
Jahresversammlung des Verbandes der Erzeuger und Verteiler elektrischer Energie in Rumänien. 1271.
— — **Amerika.**
Die Versorgung Chicagos mit elektrischer Energie. 874.
Aus der nordamerikanischen Elektrizitätsversorgung. 971.
Die Elektrizitätswirtschaft der V. S. Amerika 1932. A. Hamm. *1065. *1113.
— — **Asien.**
Fortschreitende Elektrisierung Anatoliens (Türkei). 1080.

Energiewirtschaft.
— — **Afrika.**
Zehn Jahre Elektrizitätswirtschaft in Südafrika. 782.
Elektrizitätsausbau in Ägypten. 1200.

Entladung s. Theoretische Elektrotechnik.
Entstaubung s. Gasreinigung.

Erdschluß und Erdschlußschutz.
Erdschlußschaltung. Nach Knief. 898.
Verhalten des Selektivschutzes beim Außertrittfallen von Kraftwerken. R. Schimpf. *1134.

Erdung s. Meßkunde, Überspannungsschutz.
Erfindungen s. Rechtspflege.
Erwärmung s. Elektrische Maschinen, Wärmetechnik.

Fabrik s. Maschinenantrieb und Abt. A V, Geschäftliche Mitteilungen.
Fahrleitungen s. Bahnbau.
Fahrzeuge s. Automobile, Bahnbau, Lichttechnik, Schiffahrt.
Faserstoffindustrie s. Maschinenantrieb.
Felder s. Funkwesen, Magnetismus, Theoretische Elektrotechnik.
Fernmeldetechnik s. Bildtelegraphie, Fernsprech-, Funk-, Signal-, Telegraphenwesen, Hochfrequenztelephonie, Leitungen, Verstärkertechnik.

Fernmessung und Fernsteuerung.
Die Fernmeßanlage der Friedrich-Alfred-Hütte zu Rheinhausen. Nach J. Wittig. 755.
Fernmeldung und Fernsteuerung. 1064.
Fernbedienungsanlagen für Starkstrom nach dem Wählersystem. 1171.
Ein neues Kompensationsverfahren zur elektrischen Fernübertragung von Zeigerstellungen. W. Geyger. *1187.

Fernsehen s. Bildtelegraphie.

Fernsprechwesen (s. a. Funkwesen, Hochfrequenztelephonie, Leitungen, Technische Akustik, Verstärkertechnik.)
— **Allgemeines.**
Der Sofortbetrieb im Fernverkehr und das vereinigte Melde- und Fernplatz-Verfahren (CLR). A. Čapek. Forts. *705. *774. *815.
Sprache und Musik auf Fernsprechleitungen. 849.
Neue Wege der Fernsprech-Nebenstellentechnik. A. E. Hoffmann. Vortr. *931.
Das Fernmeldewesen im 2. Halbjahr 1932. K. Höpfner. *1205.
Versuche über die Möglichkeit der Zweibandtelephonie im Fernkabel. 1205.
— **Fernsprechverkehr.**
Das tschechoslowakische Fernsprechwesen. 1077.
Aufträge der Reichspost. 1079.
Fernsprechverkehr im 2. Halbjahr 1932. 1205. 1206.
— **Fernsprechgeräte.**
Nichtlineare Verzerrungen von Mikrophonen. H.-J. v. Braunmühl u. W. Weber. *1068.

Fernsprechwesen.
Ein Kompensationsmikrophon sehr kleiner Abmessung. Nach W. Geffcken. 1101.
Messung kleiner elektro-dynamischer Kräfte mit dem Kondensatormikrophon. A. Agricola. 1171.
— **Selbstanschlußwesen.**
Selbstanschlußamt Hildesheim 25 Jahre im Betrieb. 732.
Das Bypath-System. 922.

Digitized by Google

Fernsprechwesen.
Fernbedienungsanlagen für Starkstrom nach dem Wählersystem. 1171.
Weiterentwicklung der Ortsämter. 1206.
25 Jahre Selbstanschluß-Fernsprechbetrieb in Deutschland. L. Günther. *1253.
— **Fernsprechstörungen.**
Die Ursachen von Nebensprechstörungen in Fernsprechkabeln. Nach H. Feiner. 848.
Beitrag zur Frage von Fernsprechstörungen durch Gleichstrombahnen. Nach L. Roehmann. 898.
Die Störspannung von Drehstromleitungen mit geerdetem Neutralpunkt. Nach J. J. Smith. 899.
Telephonstörungen durch Starkstrombeeinflussungen. 1064.
Beeinflussung von Fernsprechleitungen durch Starkstromleitungen unter nicht stationären Bedingungen. Nach W. G. Radley u. H. J. Josephs. 1097.

Fernsteuerung s. Fernmessung.
Festigkeit, dielektrische, s. Theoretische Elektrotechnik.
Feuchtigkeitsbestimmung s. Prüfeinrichtungen.
Feuerung s. Dampfkessel.
Film s. Technische Akustik.
Filter s. Gasreinigung.

Flugwesen.
Jahresbericht der Abteilung für Elektrotechnik und Funkwesen der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, E. V., Berlin-Adlershof. H. Faßbender. *885.
Flugzeug-Kompaß-Fehler und ihre Kompensation. Nach J. D. Tear u. E. J. Lawton. 1051.
Die Anwendung der Peilung in der Luftfahrt unter besonderer Berücksichtigung der Ausbildung des Bodenpeilnetzes. Nach A. Crotti. 1077.
Zeppelin-Hörbericht in Amerika. 1105.
Mittel zur Seiten- und Höhenmessung beim Landen eines Flugzeuges mit Hilfe ultrakurzer Wellen. 1193.
Polarisationsmessungen zur Untersuchung der nächtlichen Peilstrahlwanderung bei der Funkpeilung. 1193.

Förderanlagen s. Maschinenantrieb.
Förderung der nationalen Arbeit s. Arbeitsbeschaffung.
Freileitungen s. Isolatoren, Leitungen.

Fremdwörter.
Kommission für neue technische Fachwörter in Frankreich. 1176.

Frequenz s. Elektrizitätswerke, Meßkunde.
Fundamente s. Elektrische Maschinen.
Funkenentladung s. Theoretische Elektrotechnik.

Funkwesen (s. a. Bildtelegraphie, Meßkunde, Technische Akustik, Theoretische Elektrotechnik, Verstärkertechnik.)
— **Allgemeines.**
Der Luzerner Wellenverteilungsplan. H. Gieß. *660.
Jahresbericht der Abteilung für Elektrotechnik und Funkwesen der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, E. V., Berlin-Adlershof. H. Faßbender. *885.
Die Anwendung der Peilung in der Luftfahrt unter besonderer Berücksichtigung der Ausbildung des Bodenpeilnetzes. Nach A. Crotti. 1077.

Funkwesen.
Die Behörden-Sonderausstellungen auf der 10. Deutschen Jubiläums-Funkausstellung. G. Kette. *1085.
Zeppelin-Hörbericht in Amerika. 1105.
Eine sprechende Uhr. Nach P. Nimier. 1145.
Das Fernmeldewesen im 2. Halbjahr 1932. K. Höpfner. *1205.
Mittel zur Seiten- und Höhenmessung beim Landen eines Flugzeuges mit Hilfe ultrakurzer Wellen. 1193.
— **Theorie der Wellenausbreitung.**
Ausbreitung der ultrakurzen Wellen. Nach J. C. Schelleng, C. R. Burrows u. E. B. Ferrel. 732.
Untersuchung des Feldes in der Nähe eines Kurzwellensenders. Nach E. A. Paulin. 804.
Neue Mikrowellenversuche Marconis. 876.
Flugzeugantennen. 885.
Wechseltastverfahren mit verschieden polarisierten Antennen. 885.
Abhängigkeit der Feldstärke von der Höhe des Senders. 885.
Untersuchungen über Schwunderscheinungen. 885.
Selbsttätiger Schwundausgleich im Rundfunkempfänger. 1043.
Bekämpfung der Schwunderscheinungen. 1206.
— **Funkverbindungen.**
Funkverbindung Deutschland—Italien. 831.
Ultrakurzwellen-Verbindung über den Kanal. 831.
Der Funkfernsprechdienst in Großbritannien 1932. 872.
Funkfernsprech-Versuche zwischen Deutschland und Japan. 1057.
Ausbau des nordamerikanischen Funkfernsprech-Verkehrs. 1197.
Neue Funkfernsprech-Verbindungen. 1206.
— **Rundfunk.**
Rundfunkteilnehmer in Deutschland am 1. VII. 1933. 734.
Gründung der nationalsozialistischen Rundfunkkammer. 756.
Stand der Rundfunkteilnehmer am 1. VIII. 831.
Ausbau des deutschen Rundfunksendernetzes. 849.
Ausbau und Verstaatlichung des französischen Rundfunkwesens. 971.
Arbeitsplan der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zur Bekämpfung der Rundfunkstörungen. 1027.
Stand der Rundfunkteilnehmer am 1. Oktober. 1030.
Rundfunkstörungen. 1064.
Der Sowjet-Rundfunk. 1125.
Norddeutsches Rundfunk-Gleichwellennetz. 1173.
Betrieb des deutschen Kurzwellen-(Weltrundfunk-)senders. 1199.
Weiterentwicklung des Rundfunks. 1207.
Beseitigung von Rundfunkstörungen. 1272.
— **Funkstationen.**
Bremen. 971.
Budapest. 1199.
Buenos Aires. 756.
Freiburg i. B. 1176.
Hamburg. 1125.
Hannover. 831.
Mühlacker. 1104.
München. 1104.
Paris. 971.
Tegel. 1272.
Wien. 684.
Groß-Rundfunksender Wien. 684.
Südamerikas größter Rundfunksender. 756.
Inbetriebnahme des neuen Rundfunksenders in Hannover. 831.

Funkwesen.
Errichtung und Inbetriebnahme neuer Rundfunksender. 971.
Zeitweilige Inbetriebnahme der Großsender Mühlacker und München. 1104.
Funkfeuer. 1115.
Der neue Großrundfunksender Hamburg. 1125.
Jahresbericht der Abteilung für Elektrotechnik und Funkwesen der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt E. V., Berlin-Adlershof. H. Faßbender. *885.
Der neue Rundfunksender Freiburg i. B. 1176.
Groß-Rundfunksender Budapest. 1199.
Empfang des neuen Senders in Tegel. 1272.
— **Funkgeräte.**
Kleines Wörterbuch der Röhrentechnik. 683.
Neue ausländische Rundfunkröhren. 828.
Großleistungsröhren. 871.
Die gegenseitige Einwirkung von Anoden- und Gitterkreisen in Verstärkern und Rundfunkempfängern. Nach W. Kautter. 922.
Telefunken ermäßigt die Lizenzgebühr für Rundfunkgeräte. 1030.
Selbsttätiger Schwundausgleich im Rundfunkempfänger. 1043.
Dämpfungsmessung an Spulen mit Eisenkern bei Hochfrequenz. Nach H. Frühauf. 1054.
Erfolge des deutschen Volksempfängers im Ausland. 1105.
Die Lieben-Patente. 1119.
400 000 Volksempfänger. 1149.
Berechnung des Anfachmechanismus von Schwingungen bei einer Elektronenröhre in Barkhausen-Kurz-Schaltung. Nach H. Edler. 1197.
Compandor. 1206.
Einhaltung der Sendefrequenz. 1218.
Der schwingende Kristall. Nach E. Habann. 1219.
500 000 Volksempfänger. 1221.
— **Funkpeilung.**
Die Funkpeilung beim Geschwaderflug Balbos. 782.
Navigation und Landung von Flugzeugen mittels elektr. Peilverfahren. 885.
Marine-Funkpeilgeräte beim Küstenschutz in den V. S. Amerika. Nach C. T. Solt. 899.
Die Anwendung der Peilung in der Luftfahrt unter besonderer Berücksichtigung der Ausbildung des Bodenpeilnetzes. Nach A. Crotti. 1077.
Funkfeuer. 1115.
Polarisationsmessungen zur Untersuchung der nächtlichen Peilstrahlwanderung bei der Funkpeilung. 1193.

Galvanometer s. Meßkunde.
Gasentladung s. Gleichrichter, Lichttechnik, Theoretische Elektrotechnik.

Gasreinigung (s. a. Meßkunde).
Die elektrische Reinigung der Gase beim Rösten von Zinkblende. 683.
Neuzeitliche Entstaubungsanlagen in Braunkohlenbrikettfabriken. 734.
Die elektrische Gasreinigung. Nach K. Guthmann. 755.
Die Grundlagen der elektrischen Gasreinigung. Nach R. Strigel. 1102.

Gebläse s. Maschinenantrieb.
Gebrauchsmuster s. Rechtspflege.
Gebührenordnung der Ingenieure. 922.
Geldwirtschaft s. Abt. A V, Gesch. Mitt.
Generator s. Elektrische Maschinen, Theoretische Elektrotechnik (Elektr. Feld).
Geräusch s. Elektrische Maschinen, Meßkunde, Technische Akustik.
Geschäftliche Mitteilungen s. Abt. A V.

Digitized by Google

Geschichte (s. a. Unterricht und Abt. A II bis V).
Entwicklung und Aussichten der Elektrowärmetechnik. G. Dettmar. *645.
Die Entwicklung der elektrischen Heizung im 19. Jahrhundert. Nach W. Schulz. 663.
Selbstanschlußamt Hildesheim 25 Jahre im Betrieb. 732.
10 Jahre deutscher Tonfilm. A. Schneider. 942.
Planté-Hundertjahrfeier. Skowronnek. 900.
Ausstellung von historischen Funkgeräten. 1085.
Ausstellung von Kriegsfunkgeräten. 1087.
Das hundertjährige Jubiläum der elektrischen Telegraphie. E. Feyerabend *1109.
Historische Maschinen und Anlagen auf der Weltausstellung in Chikago. 1137.
20 Jahre Fortschritt in den elektrischen Lichtbogenöfen zur Erzeugung von Eisen und Stahl. 1171.
Gauß-Weber-Feier der Universität Göttingen. Gauß-Weber-Denkmünze des Jahres 1933. 1218. 1271.
25 Jahre Selbstanschluß-Fernsprechbetrieb in Deutschland. L. Günther. *1253.

Gesetze, s. Rechtspflege.
Getriebe s. Elektrische Maschinen.
Gewerblicher Rechtsschutz s. Rechtspflege
Gewitter s. Überspannung.
Gleichlauf s. Maschinenantrieb.

Gleichrichter (u. and. Stromrichter).
— Quecksilberdampf-Gleichrichter.
Die Oberwellen der Gleichspannung und des primären Netzstromes in Gleichrichteranlagen. H. Meyer-Delius. *959.
— Trockengleichrichter.
Der Frequenzgang von Wechselstrom-Meßinstrumenten mit Trockengleichrichtern. Nach E. Hormann. 826.
Gleichrichterwirkung des Kupferoxyduls. Nach W. Schottky, R. Störmer u. F. Waibel. 873.
Selbsttätige Batterie-Ab- und -Zuschaltung durch Kippdrossel bei Trockengleichrichtern. H. Böhm. *1037.
Temperaturabhängigkeit von Meßgeräten mit Trockengleichrichtern. Nach H. Kaden. 1073.
Prüfung von Drehspulinstrumenten mit Trockengleichrichtern. 1245.
— Verschiedene Gleichrichter.
Polaritätsunterschied der Luft-Durchschlagspannungen und seine Verwendung beim Gleichrichter für sehr hohe Spannungen. Nach H. Buchwald. 942.
Ventilgleichrichteranlagen für sehr hohe Gleichspannungen. Nach H. Boekels. 1220.
— Steuerung von Stromrichtern.
Die Wirkungsweise netzgeführter Wechselrichter. H. Laub. *693.
Technische Grundlagen der elastischen Kupplung von Wechselstromnetzen mittels gesteuerter Entladungsgefäße. Nach M. Stöhr. 753.
Störwirkung gittergesteuerter Gleichrichter. 806.
Die Blindleistung in Gleich- und Umrichteranlagen. Nach Meyer-Delius. 895.
Verwendung gittergesteuerter Gleichrichter bei Bahnen. 955.
Gittergesteuerte Gleichrichter bei elektrischen Antrieben. 987.

Gleichrichter.
Neue Messungen im Vorstromgebiet gittergesteuerter Entladungsgefäße. 1191.
Selbsterregung von Synchronmaschinen mittels gittergesteuerter Gleichrichter. H. J. Mohr. *1231.
Die Strom- und Spannungsverhältnisse der gittergesteuerten Gleichrichter. Nach K. Müller-Lübeck u. E. Uhlmann. 1268.

Glimmen s. Leitungen, Theoret. Elektr.
Glimmlampen s. Lichttechnik.
Glühlampen s. Lichttechnik u. Abt. A V, Geschäftliche Mitteilungen.
Glühöfen s. Wärmetechnik.
Grube s. Bergbau.

Handel s. Abt. A V, Geschäftl. Mitt.
Haushalt s. Elektrizitätswerke, Energiewirtschaft, Installationswesen, Lichttechnik, Maschinenantrieb, Wärmetechnik.
Hebezeuge s. Maschinenantrieb.
Heizung s. Wärmetechnik.
Herde s. Wärmetechnik.
Hochfrequenz s. Bildtelegraphie, Funkwesen, Hochfrequenztelephonie, Meßkunde, Theoretische Elektrotechnik, Verstärkertechnik.

Hochfrequenztelephonie.
Die neue Entwicklung der Trägerfrequenztelephonie auf Leitungen. Nach K. Küpfmüller. 781.
Trägerfrequenztelephonie auf mehreren Doppelleitungen desselben Gestänges. R. Feldtkeller. Vortr. *1017.
Fernmeldung und Fernsteuerung. 1064.

Hochschulen s. Unterricht und Abt. A II.
Hochspannung s. Isolatoren, Leitungen, Meßkunde, Schaltgeräte, Theoretische Elektrotechnik, Überspannung, Überstrom.

Hütte und Walzwerk (s. a. Gasreinigung).
Elektr. Öfen s. Wärmetechnik.
Elektrische Bremsvorrichtung für Feinblechwalzwerke. 969.
Der elektrische Antrieb in Hüttenwerken. H. Bauer. *1008.
Energiekupplung zwischen Hüttenwerken und öffentlicher Strom- und Gasversorgung. Nach B. v. Sothen. 1122.

Hysterese s. Magnetismus.

Ikonoskop s. Bildtelegraphie.
Induktivität s. Theoretische Elektrotechnik.
Industrie s. Abt. A V, Geschäftl. Mitt.

Influenzmaschine.
Eine Vervielfachungschaltung für Influenzmaschinen. P. Hochhäusler. *704.

Installateure s. Elektrizitätswerke.

Installationswesen (s. a. Elektrizitätswerke, Leitungen).
Wandebener Abschluß von Unterputzdosen. 709.
Die Einigung im deutschen Installationsgewerbe vollzogen. 858.
Ankurbelung des Elektrogewerbes als Schlüsselindustrie. 925.
Erdungswiderstände in Hochhäusern. Nach W. Starck. 940.
Lehrschau „Installationstechnik". 944.
Die elektrische Ausrüstung der Elektrowerkzeuge. H. Fein. *1003.

Installationswesen.
Die Bedeutung des zweiten Gesetzes zur Verminderung der Arbeitslosigkeit für die Elektrogewerbe. B. Thierbach. *1061.
„Haus des Elektro-Handwerks", Berlin. 1124.

Institute s. Prüfämter.
Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) s. Normen.
Ionisierung s. Theoretische Elektrotechnik.

Isolatoren (s. a. Stoffkunde, Theoretische Elektrotechnik).
Überschlagsicherheit von Freileitungsisolatoren in Abhängigkeit vom Erdungswiderstand der Maste. 1045.
Stoffausnutzung, Potentialverteilung und Überschlagspannung von Kettenisolatoren. 1046.
Zur Bestimmung der Überschlag- und Durchschlagspannung von Isolatoren. Nach W. Weicker. 1219.

Isolierstoffe s. Isolatoren, Stoffkunde, Theoretische Elektrotechnik.

Jahresabschlüsse u. -berichte s. Abt. A V, Geschäftliche Mitteilungen.
Jahresversammlungen s. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
Jubiläum s. Geschichte und Abt. A II ··· V.

Kabel s. Leitungen.
Kaffeemaschine s. Wärmetechnik.
Kanäle s. Elektrizitätswerke.
Kapazität s. Kondensatoren, Meßkunde.
Kapital s. Elektrizitätswerke und Abt. A V, Geschäftliche Mitteilungen.

Karten.
Thüringische Landeselektrizitätsversorgung, Leitungsnetz. 700.
Energieversorgung Schlesiens. 772.
Wasserkraftwerke in Frankreich. 778.
60 kV-Leitungsnetz Ostpreußens. 842.
Leitungsnetz Rumäniens. 936.
Karte der Elektrizitätsversorgung Rußlands. 1139.
Großverteilungsleitungen in Württemberg. 1241.

Kathodenoszillograph s. Meßkunde.
Kegelräder, Die Zahnlänge der —. H. Reinhardt. 829.
Kessel s. Dampfkessel.
Kettenbahn s. Bahnbau.
Kochgeräte s. Wärmetechnik.
Kohle s. Dampfkessel, Energiewirtschaft.
Kommissionen des VDE s. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
Kompaß s. Flugwesen.
Kompressoren s. Maschinenantrieb.

Kondensatoren (s. a. Meßkunde).
Kondensatormikrophon s. Fernsprechwesen.
Blindstromkompensierung in Leitungsnetzen. E. Unger. *672.
Leitfähigkeits- und Verlustwinkelmessungen an Papierkondensatoren bei zusätzlicher Belastung mit Hochfrequenzströmen. W. Fehr u. W. Hubmann. *819.
Ein Hochspannungs-Meßkondensator einfacher Bauart. W. Holzer u. P. Hochhäusler. *913.
Verhalten dünner Cellon-Lackschichten im elektrischen Felde. Nach A. Mainka. 942.
Blindleistung und Verbesserung des Leistungsfaktors. 1063.

Digitized by Google

Kondensatoren.
Die Funkenstrecke mit Vorkondensator. 1146.
Elektrische Anzeige und Aufzeichnung von Drehmomenten. E. Rolf. *1160.

Konferenzen s. Kongresse.

Kongresse (s. a. Abt. A IV, Vereinsnachrichten).
Tagung für Elektroschweißung in Essen. 666.
Tagung des Ausschusses für mechanische Schwingungen, Frankfurt a. M. 685.
7. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz in Paris. 712.
Tagung für Elektroschweißung in Essen. 783.
Korrosionstagung 1933 der Arbeitsgemeinschaft „Korrosion". 876.
Betriebswissenschaftliche Tagung in Chemnitz. 943.
Teiltagung der Weltkraftkonferenz in Skandinavien 1933. A. Przygode. 953.
Die VII. Internationale Hochspannungskonferenz in Paris 1933. H. Feiner. *1013. *1045. *1062.
Eine Tagung über die betriebstechnischen Fragen der Hochdruck-Dampfkraftanlagen in Moskau. 1103. 1149.
Internationaler Straßenbahn- und Kleinbahnkongreß. 1124.
V. Internationaler Elektrizitätskongreß. 1205.
Welttelegraphen- und Weltfunkkonferenz. 1205.

Kontakte s. Magnetismus, Schaltgeräte.
Koronaerscheinung s. Leitungen.
Korrosion s. Stoffkunde.
Kraftübertragung s. Leitungen.
Kraftwagen s. Automobile.
Kraftwerke s. Elektrizitätswerke.
Kraftwirtschaft s. Energiewirtschaft.
Kriegsschiffe s. Schiffahrt.
Kristalle s. Meßkunde, Theoretische Elektrotechnik.
Küche s. Wärmetechnik.
Kühlung s. Elektrische Maschinen.
Kupfer s. Leitungen, Stoffkunde und Abt. A V, Geschäftliche Mitteilungen.
Kupplung, s. Elektrische Maschinen.
Kurvenanalyse s. Mathematik.

Laboratorium s. Prüfeinrichtung.
Lampen s. Lichttechnik.

Landwirtschaft.
Elektrisches Rührwerk für Milch. 733.
Elektrohilfsatz für die Kornernte. 827.
8. Grüne Woche Berlin 1934. 1079.

Lehranstalten s. Unterricht u. Abt. A II, Persönliches.
Leistungsfaktor s. Elektrizitätswerke, Kondensatoren.
Leitfähigkeit s. Theoretische Elektrotechnik.

Leitungen.
— Allgemeines.
Blindstromkompensierung in Leitungsnetzen. E. Unger. *672.
Technische Grundlagen der elastischen Kupplung von Wechselstromnetzen mittels gesteuerter Entladungsgefäße. Nach M. Stöhr. 753.
Kupfer und Aluminium beim Fernleitungsbau in Deutschland und anderen Ländern. Vereinigte Aluminium-Werke A.G. Brf. 834.
— Erwiderung. 835.
Stabilität von Kuppelleitungen zwischen Netzen und Kraftwerken. Nach E. Schönholzer. 847.

Leitungen.
Energieübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom. 1016.
Zusammenschluß und Stabilität von Netzen. 1062.
Erdung des Nulleiters. 1063.
— Elektr. Leitungs- und Netzberechnung.
Zur rechnerischen Bestimmung der Störungstabilität von Netzen. R. Mayer. *678.
Der ohmsche Leistungsverlust in langen Fernleitungen. J. Grabscheid. *726.
Erweitertes Betriebsdiagramm für Kraftübertragungen. O. Burger. *823.
Frequenz- und Großenergie-Übertragung. 825.
Der Einfluß des Koronastromes auf die Abkühlung eines heißen Drahtes. Nach S. R. Parsons. 828.
Stoßkorona. Y. Toriyama. *909.
Beiträge zur Leitungsberechnung. 1046.
In einem Mehrphasensystem übertragene Ströme und Spannungen. Nach S. Fryze. 1102.
Koronaverluste bei hoher Gleichspannung. E. Marx u. H. Göschel. *1112.
— L. Binder. Brf. 1275.
— **Freileitungen** (s. a. Isolatoren).
Neue 100 kV-Leitungen in Pommern. 686.
Kupfer und Aluminium beim Fernleitungsbau in Deutschland und anderen Ländern. Vereinigte Aluminium-Werke AG. Brf. 834.
— Erwiderung. 835.
Leitungstörungen vornehmlich bei Sonnenaufgang. F. Ringwald. Brf. 856.
Fernmessung der Eislast. E. Wald. 893. Brf. 1275.
— Studienges. f. Höchstspannungsanl. e. V. Brf. 1275.
Themse-Überquerung durch 132 kV-Drehstrom-Doppelleitung. 1046.
Seilschwingungen bei Freileitungen. 1047.
Mechanische Leitungsberechnung. 1047.
Rauhreifbildung u. and. Störungen an Freileitungen. 1048.
Trapezhalbabspannung für Höchstspannungsleitungen. 1243.
— Maste.
Schwenktraverse mit neuartiger Stoßdämpfung. Gollhofer. 791.
— Starkstromkabel.
Eine neue Kabeltype, das T-SO-Kabel. L. Tschiassny. *696.
115 kV-Unterwasser-Ölkabel. Nach E. F. Pearson, S. R. Shanklin, W. R. Bullard u. S. B. Clark. 847.
Gleichstrom-Hochspannungskabel. 1016.
Neue Porzellan-Endverschluß-Konstruktion. 1046.
Höchstspannungs-Ölkabelstrecken. 1046.
Erdkabel für Bergschädengebiete. (Dehnungskabel.) H. Heinzelmann. *1048.
Die Montage an Kabelkästen mit Luftisolation. 1121.
Ionisationswirkungen bei getränkter Papierisolation. Nach K. S. Wyatt. 1195.
— Fernmeldeleitungen.
Über den Begriff der Echodämpfung. Nach P. Oehlen. 710.
Die schreibenden Meßgeräte (Pegelschreiber) und ihre Verwendung im Betrieb der Deutschen Reichspost. Nach H. Ribbeck u. F. Wiedemann. 755.
Sprache und Musik auf Fernsprechleitungen. 849.
Fernsprechkabel Festland—Sardinien. Nach G. Pession. 871.
Ein Schleifenversuch mit Trägerstromtelephonie in unbespulten Fernkabeln. Nach Clark u. Kendall. 969.

Leitungen.
Trägerfrequenztelephonie auf mehreren Doppelleitungen desselben Gestänges. R. Feldtkeller. Vortr. *1017.
Versuche über die Möglichkeit der Zweibandtelephonie im Fernkabel. 1205.
Benutzung von Telegraphenkabeln zum Fernsprechen. 1205.
Neue Seekabelverbindung zwischen Belgien und England. 1205.
— Isolierte Leitungen.
Monasbestdraht. 826.
Prüfen von Gummischlauchleitungen. Nach Philippi. 867.
Lack-Apyroldraht. 894.
Die elektrische Ausrüstung der Elektrowerkzeuge. H. Fein. *1003.
Maschine zur Längenmarkierung auf Leitungen. 1195.
Leitungs-Omnibus s. Bahnbau.
Leuchtröhren s. Lichttechnik.
Lichtbogen s. Schaltgeräte, Theoretische Elektrotechnik, Wärmetechnik.

Lichttechnik.
— Allgemeines.
Sichtbare und ultraviolette Strahlung des Sonnenlichtes. Nach W. Kunerth u. R. D. Miller. 868.
— Lichtmessung.
Ein lichtelektrischer Beleuchtungsmesser. 682.
Lichtflußermittlung aus polaren Lichtverteilungskurven. Nach S. Oberndorf. 710.
Elektrisch arbeitender Belichtungsmesser für Photographie. 1075.
Neue Belichtungsmesser. 1220.
Gerät zur schnellen Ermittlung der mittleren waagerechten Lichtstärke von tragbarem Grubengeleucht. Nach Körfer u. Truhel. 1269.
— Photozellen.
Eine neue Selen-Sperrschicht-Photozelle und ihre Verwendung als photoelektrisches Relais. Nach L. Bergmann. 867.
Lichtelektrische Schnellzähleinrichtungen. 867.
Kupferoxydul-Photozellen. Nach W. Schottky. 1102.
Die Elektronenleitung des Kupferoxyduls. 1191.
Neue Fortschritte auf dem Gebiete der Sperrschicht-Photozellen. 1191.
Vorträge über Lichtelektrizität. 1191.
— Ultraviolett-Strahlung.
Sichtbare und ultraviolette Strahlung des Sonnenlichtes. Nach W. Kunerth u. R. D. Miller. 868.
Einfluß der U.V.-Strahlung auf die Koronabildung. 910.
— Glühlampen (s. a. Abt. A V, Geschäftliche Mitteilungen).
Die japanische Glühlampenoffensive. A. Friedrich. *1095.
Zur Patentlage in der deutschen Glühlampenindustrie. H. Lux. *1181.
Lampen für photographische Zwecke. 1220.
Die Internationale Seezeichenkonferenz in Paris. F. Born. *1254.
— Gasentladungslampen.
Selbsttätige Schaltvorgänge an Leuchtröhren ohne bewegliche Schaltteile. G. Greeff. 731.
Grenzen der Leistungsfaktorverbesserung bei Gasentladungslampen. Nach H. Rissik. 802.
Glimmlampen-Indikator für schnellaufende Kolbenmaschinen. 886.

Digitized by Google

Lichttechnik.
— **Beleuchtungskörper.**
Sturmsichere Aufhängung von Überspannlampen. 896.
Über einen neuen Röntgenbetrachtungskasten. E. Hasché. *937.
Amerikanische Prüfvorschriften für Leuchten. 1098.
Elektrische tragbare Gruben- und Kopflampen nach englischem Schrifttum. Nach Körfer. 1171.
— **Außenbeleuchtung.**
Vom Fahrzeug gesteuerte Verkehrsampel-Anlagen. 753. 1173.
Außenbeleuchtung auf der Weltausstellung in Chikago. 1137.
Die Internationale Seezeichenkonferenz in Paris. F. Born. *1254.
— **Innenbeleuchtung.**
Elektrische Streckenbeleuchtung im Zusammenhang mit der Auslöse- und Signalvorrichtung für ein Förderband. 683.
Vor Ort gemessene Beleuchtungsstärken im Ruhrkohlenbergbau. 940.
Signalschaltung in der Abbaubeleuchtung und ihre Vorteile. Nach Bohnhoff. 1076.
Operationstischbeleuchtung in Augenkliniken. Nach H. L. Logan. 1122.

Literatur s. Abt. A III.
Lizenz s. Rechtspflege.
Lokomotiven s. Bahnbau.
Löten s. Wärmetechnik.
Luftfahrt s. Flugwesen.
Lüftung s. Elektrische Maschinen.
Lupe s. Physik.

Magnetismus (s. a. Elektrische Maschinen, Meßkunde).
Über die Magnetisierbarkeit von Mischkörpern. Nach E. Gerold. 685.
Koerzitivkraft und mechanische Härte. Nach A. Kußmann u. B. Scharnow. 805.
Ein neuer magnetischer Kontakt. F. Lichtenberger u. H. Mauch. 939.
Magnetische Eigenschaften von Legierungen. 1056.
Volumenmagnetostriktion von Poly- und Einkristallen. 1193.
Zeitliche Desakkommodation kleiner symmetrischer und unsymmetrischer Hystereseschleifen. Nach H. Atorf. 1197.
Magnetische Eigenschaften von Zinkferrit. Nach Y. Kato u. T. Takei. 1198.
Das Verhalten der magnetischen Anfangspermeabilität bei kurzen elektrischen Wellen. Nach R. Michels u. M. Wien. 1244.
Elektromagnetische Prüfung von Förderseilen. Nach Woernle. 1270.

Maschinen s. Dampfturbinen, Dieselmotoren, Elektrische Maschinen, Maschinenantrieb, Wasserturbinen.

Maschinenantrieb (s. a. Automobile, Bahnbau, Schiffahrt).
— **Allgemeines.**
Dieselmotor und Elektromotor. Nach G. Bitter. 845. 943.
Kraft- und Wärmeerzeugung in industriellen Betrieben. 954.
Überführung und Anpassung der Triebkraft an industrielle Arbeitsmaschinen. 954.
Elektrische Antriebe, Geleitwort. R. Bingel. *977.
Übersicht über das Gesamtgebiet der elektrischen Antriebe in der Industrie. F. Oertel. *978.

Maschinenantrieb.
Gittergesteuerte Gleichrichter bei elektrischen Antrieben. 987.
Betriebe mit veränderlicher Geschwindigkeit. B. Lang. *990.
Konstruktiver Übergang zwischen Nebenschluß- und Hauptstrom-Kennlinien bei Gleichstrommaschinen. W. Volkers. *1039.
Schwungmoment und Trägheitsmoment in der Elektrotechnik. H. Görges. *1071. Brf. 1227.
Die Entwicklung einer geräuschisolierenden Grundplatte für Motoren. Nach E. H. Hull. 1121.
Schutz der Fundamente gegen Lecköl. 1124.
— **Hebezeuge.**
Elektrische Schrägförderung mit ganzen Zügen zwischen verschiedenen Fördersohlen. Nach A. Hentschel. 781.
Elektrohydraulisches Gerät „Eldro". Nach A. Dörfel. 825.
Hubwerk-Steuerung der AEG. 827.
Fördergeräte im Braunkohlenbergbau. 865. B. 1060.
Aussetzende Betriebe (Hebezeuge). C. Schiebeler. *992.
Elektrische Antriebe auf Schiffen. C. Meyer. *1010.
Elektrische Antriebe im Bergbau. C. Roeren. *1006.
Einfache Schaltung für elektrische Aufzugs-Druckknopfsteuerung. F. G. Schiffner. *1089.
— **Bergbau.**
Fördergeräte im Braunkohlenbergbau. 865. B. 1060.
Die elektrischen Anlagen der neuen Kohlenwäsche der Harpener Bergbau AG. in Recklinghausen. K. Abel. *905.
Elektrische Antriebe im Bergbau. C. Roeren. *1006.
Elektrische Antriebe in Steinkohlen-Aufbereitungsanlagen. Nach Körfer. 1076.
— **Werkzeugmaschinen (u. Werkzeuge).**
Betriebe mit veränderlicher Geschwindigkeit. B. Lang. *990.
Anwendung elektrischer Antriebe für Werkzeugmaschinen. O. Pollok. *997.
Die elektrische Ausrüstung der Elektrowerkzeuge. H. Fein. *1003.
— **Hütte und Walzwerk.**
Elektrische Bremsvorrichtung für Feinblechwalzwerke. 969.
Mehrmotoren-Gleichlauf-Betriebe. W. Stiel u. F. Müller. *988.
Der elektrische Antrieb in Hüttenwerken. H. Bauer. *1008.
— **Verschiedene Antriebe.**
Elektrisches Rührwerk für Milch. 733.
Elektrohydraulisches Gerät „Eldro". Nach A. Dörfel. 825.
Elektrohilfsatz für die Kornernte. 827.
Mehrmotoren-Gleichlauf-Betriebe. W. Stiel u. F. Müller. *988.
Elektrische Antriebe der Maschinen der Faserstoffindustrie. W. E. Baltz. *995. B. 1036.
Der elektrische Antrieb von umlaufenden Maschinen (Kompressoren, Gebläsen usw.) M Gaze. *1000.
Kratz- und Mattenbänder. 1101.

Maste s. Leitungen.
Mastschalter s. Schaltgeräte.
Materialkunde s. Stoffkunde.

Mathematik.
Sätze und Entwürfe des AEF s. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.

Mathematik.
Elektrische Integrierung wärmetechnischer Meßgrößen mit Widerstands-Fernsendern und spannungsunabhängigen Induktionszählern. Nach W. Geyger. 709.
Lichtflußermittlung aus polaren Lichtverteilungskurven. Nach S. Oberndorf. 710.
Ein einfaches Verfahren zur Auswertung von Registrierstreifen. H. Häußler. Brf. 926.
— J. Dalchau. Brf. 926.
Zur Fourierschen Analyse von Funktionen mit Sprüngen, Ecken usw. Nach A. Walther. 968.
Die Analyse von Wechselstromkurven nach dem Resonanzverfahren. C. F. I. Morgan. 1121.

Mechanik s. Physik.

Medizin.
Physiologie und Technik der elektrischen Betäubung. K. Alvensleben. Vortr. *741. Bespr. 757.
Der Siemens-Geräuschmesser im Dienst des Arztes. 919.
Über einen neuen Röntgenbetrachtungskasten. E. Hasché. *937.
Zellstimulation und Elektrizität. 1103.
Operationstischbeleuchtung in Augenkliniken. Nach H. L. Logan. 1122.

Messen s. Ausstellungen.

Meßkunde (s. a. Fernmessung, Lichttechnik, Prüfeinrichtungen).
— **Allgemeines.**
Hochspannungs-Meßwiderstand. Nach P. de la Gorce. 682.
Untersuchung von Steinen und Spitzen für Lager in Instrumenten und Apparaten. Nach V. Scott. 939.
Darstellung und Messung elektrischer Vorgänge (Analyse und Statistik). 1192.
Grenzen der Meßempfindlichkeit und Meßgenauigkeit. 1192.
— **Normale.**
Über Leuchtresonatoren als Hochfrequenznormale. Nach E. Giebe u. A. Scheibe. 710.
Einhaltung der Sendefrequenz. 1218.
Der schwingende Kristall. Nach E. Habann. 1219.
Internationale Vergleichung der elektrischen Einheiten. 1245.

Meßkunde.
— **Strom-, Spannungs-, Leistungsmessung.**
Die schreibenden Meßgeräte (Pegelschreiber) und ihre Verwendung im Betrieb der Deutschen Reichspost. Nach H. Ribbeck u. F. Wiedemann. 755.
Leistungsmessung mit Elektronenröhren. Nach H. Lange. 780.
Leitfähigkeits- und Verlustwinkelmessungen von Papierkondensatoren bei zusätzlicher Belastung mit Hochfrequenzströmen. W. Fehr u. W. Hubmann. *819.
Der Frequenzgang von Wechselstrom-Meßinstrumenten mit Trockengleichrichtern. Nach E. Hormann. 826.
Unmittelbare Strom- und Spannungsanzeige bei Hochspannung. 865.
Das Schattenkreuz-Meßgerät. P. M. Pflier. *887. Brf. 1275.
— H. Kafka. Brf. 1275.
Ein Spannungswandler zur Messung kleiner Spannungen. Nach A. H. M. Arnold. 895.

Digitized by Google

Meßkunde.
Ein Hochspannungs-Meßkondensator einfacher Bauart. W. Holzer u. P. Hochhäusler. *913.
Ein einfaches Verfahren zur Auswertung von Registrierstreifen. H. Häußler. Brf. 926.
— J. Dalchau. Brf. 926.
Temperaturabhängigkeit von Meßgeräten mit Trockengleichrichtern. Nach H. Kaden. 1073.
Die elektrischen Direktionskräfte beim Quadrantelektrometer. Nach G. Nadjakoff u. V. Postompirova. 1073.
Beachtenswertes beim Anschluß von Meßgeräten an Stromwandler. W. Beetz. *1092.
Die Analyse von Wechselstromkurven nach dem Resonanzverfahren. C. F. I. Morgan. 1121.
Aufzeichnung von mechanischen und elektrischen Schwingungen bis zu 7000 Hz in Tintenschrift. 1192.
Aufzeichnung von veränderlichen Größen. 1192.
Neuere Meßmethoden mit Schwingkontakt-Gleichrichtern. 1192.
Technische Strom-, Spannungs- und Wattmessungen bei wechselstrombetriebener Gasentladungslampe. 1192.
Prüfung von Drehspulinstrumenten mit Trockengleichrichtern. 1245.
Empfindlichkeit des Schering-Schmidtschen Vibrationsgalvanometers. 1245.
— — **Oszillographen.**
Verzerrungen im Kathodenoszillographen bei hohen Meßgeschwindigkeiten. Nach H. Klemperer u. O. Wolff. 732.
Kathodenoszillograph der DVL. 886.
Eine neue Bauart des Kathodenoszillographen. Nach H. Boekels. 970.
Die Helligkeitssteuerung von Braunschen Röhren. Nach E. Hudec. 919.
Der Stabilisator als Zeitmarkengeber für Schleifenoszillographen. K. Fränz. 938.
Neuzeitliche Anwendungen der Braunschen Röhre. J. Kammerloher. *1019.
Aufnahme von Resonanzkurven mittels Oszillographen. A. Meir u. R. Hinkelmann. 1051.
Aufzeichnung von veränderlichen Größen. 1192.
Der Kathodenstrahl-Oszillograph als Problem der Elektronenoptik. 1192.
Eine neue Methode zur Beseitigung der Verzerrungen durch Raumladung in Braunschen Röhren. 1192.
Erweiterung des hochfrequenten Meßbereiches des Braunschen Kathodenstrahl-Oszillographen mit Gaskonzentration. 1192.
Versuche zur elektrostatischen Konzentrierung von Kathodenstrahlen. Nach H. Graupner. 1219.
Einige Beobachtungen beim Oszillographieren. H. Kind. Brf. 1274.
— J. Lončar. Brf. 1274.
— **Arbeitsmessung (Elektrizitätszähler).**
Prüfungen und Beglaubigungen s. Prüfämter.
Elektrische Integrierung wärmetechnischer Meßgrößen mit Widerstands-Fernsendern und spannungsunabhängigen Induktionszählern. Nach W. Geyger. 709.
Messungen an spannungsunabhängigen Induktionszählern nach der Kompensationsmethode. Nach W. Geyger. 754.
Die Verhütung von Maximumüberschreitungen beim Fremdstrombezug. K. Ratschke. 1196.
Neue Beglaubigungsgrenzen. 1245.
Ein neuer auch als Wattmeter verwendbarer Prüfzähler. J. Busch. *1261.

Meßkunde.
— **Widerstandsmessung.**
Leitfähigkeits- und Verlustwinkelmessungen von Papierkondensatoren bei zusätzlicher Belastung mit Hochfrequenzströmen. W. Fehr u. W. Hubmann. *819.
Messung des Wellenwiderstandes. 900.
Die Schleifdraht-Meßbrücke Pontavi. 1025.
Die Überwachung des Isolationszustandes in Schachtsignalanlagen. Nach Nattkemper. 1026.
Neue Meßeinrichtung für Erdungswiderstände. Nach J. Gerstbach. 1098.
Genauigkeit von Wechselstrom-Meßbrücken. 1192.
Ermittlung der Streureaktanzen aus der Fehlermessung des Spannungswandlers. H. Schunck. *1236.
Über die Konvergenz der Brückenmeßverfahren. Nach K. Küpfmüller. 1269.
— **Kapazitätsmessung.**
Messung kleiner Kapazitäten. Nach H. M. Barlow. 804.
— **Frequenzmessung.**
Über Leuchtresonatoren als Hochfrequenznormale. Nach E. Giebe u. A. Scheibe. 710.
Internationale Frequenzmessungen. 1245.
— **Hochfrequenzmessungen.**
Untersuchung des Feldes in der Nähe eines Kurzwellensenders. Nach E. A. Paulin. 804.
Messungen bei sehr hohen Frequenzen. 1192.
Kurzwellen-Meßtechnik. 1192.
Messung von Phasenwinkeln bei Hochfrequenz nach einer elektrooptischen Methode. 1193.
— **Phasenmessung.**
Das Schattenkreuz-Meßgerät. P. M. Pflier. *887. Brf. 1275.
— H. Kafka. Brf. 1275.
— **Magnetische Messungen.**
Neuerungen auf dem Gebiete der magnetischen und elektrischen Schweißnahtprüfung. E. Franke. *659.
Zur Messung der Streuung von Synchronmaschinen. Nach H. Sequenz. 917.
Ein neuer magnetischer Kontakt. F. Lichtenberger u. H. Mauch. 939.
Über die magnetoelastische Messung von Druck-, Zug- und Torsionskräften. 1192.
Die magnetische Meßeinrichtung der PTR. 1245.
— **Zeitmessung.**
Neues Betriebszeit-Kontrollgerät. 802.
Neue Entwicklungen in der Präzisions-Zeitmessung. Nach A. L. Loomis u. W. A. Marrison. 1098.
Eine sprechende Uhr. Nach P. Nimier. 1145.
— **Temperatur- u. and. wärmetechnische Messungen.**
Elektrische Integrierung wärmetechnischer Meßgrößen mit Widerstands-Fernsendern und spannungsunabhängigen Induktionszählern. Nach W. Geyger. 709.
Einige Fehlerquellen bei thermoelektrischen Temperaturmessungen. Nach O. Walger u. F. R. Lorenz. 868.
Messung der mittleren Temperaturen der Läuferwicklungen von Turbo-Synchronmaschinen während des Betriebes. P. Neumann. *1143.
Thermoelektrische Temperaturmessung. Nach Goedecke. 1198.
Neue elektrische Wärmemengenzähler. Nach W. Geyger. 1217.
Temperaturmessung mit dem Platin-Widerstandsthermometer bis 1100°. Nach H. Moser. 1269.

Meßkunde.
— **Schallmessungen.**
Der Siemens-Geräuschmesser im Dienst des Arztes. 919.
Elektrische Bestimmung der Schallabsorption durch Baustoffe. Nach A. L. Albert u. W. R. Bullis. 1073.
Lautstärke von Geräuschen und Lautstärkemessung. Nach H. Barkhausen u. U. Steudel. 1102.
— **Verschiedene nichtelektrische Größen.**
Verschärfung stroboskopischer Messungen durch Verwendung kurzzeitiger Spannungsgröße. Nach W. Fucks u. H. Weyrauch. 709.
Messung des Staubgehaltes in Hochofengas. Nach F. Lüth. 732.
Lichtelektrische Schnellzähleinrichtungen. 867.
Glimmlampen-Indikator für schnellaufende Kolbenmaschinen. 886.
Fernmessung der Eislast. E. Wald. 893. Brf. 1275.
— Studienges. f. Höchstspannungsanl. e. V. Brf. 1275.
Ein registrierendes Echolotgerät. 896.
Elektrizität zur Verhütung von Bergschäden. Nach A. Gaertner. 897.
Elektrische Verfahren zur Messung von Druck und Verschiebung. Nach G. Sacerdote. 1121.
Elektrische Anzeige und Aufzeichnung von Drehmomenten. E. Rolf. *1160.
Messung kleiner elektrodynamischer Kräfte mit dem Kondensatormikrophon. A. Agricola. 1171.
Neuartige Zählung des Straßenverkehrs. 1176.
Über die magnetoelastische Messung von Druck-, Zug- und Torsionskräften. 1192.
Maschine zur Längenmarkierung auf Leitungen. 1195.
Piezoelektrische Druckmessung. 1245.

Meßwandler s. Transformatoren.
Metalle s. Hütte, Magnetismus, Röntgentechnik, Stoffkunde, Wärmetechnik und Abt. A V, Geschäftliche Mitteilungen.

Mikrophon s. Fernsprechwesen.
Motoren s. Automobile, Bahnbau, Dampfturbinen, Dieselmotoren, Elektrische Maschinen, Maschinenantrieb, Wasserturbinen.
Motorschutz s. Schaltgeräte.

Museum.
30 Jahre Deutsches Arbeitsschutzmuseum. 925.

Musikinstrumente s. Technische Akustik.

Nebensprechen s. Fernsprechwesen.
Neueinstellungen s. Arbeitsbeschaffung.
Netze s. Leitungen.
Nietlochrisse, Nachweis. 1245.
Normale s. Meßkunde.

Normen.
Bestimmungen des VDE, ferner DIN VDE-Normblätter und AEF s. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
Normentagung in Erfurt. 851.

Amerikanische Vorschläge für Prüfung mit Spannungstößen. 970.
Arbeitsplan der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zur Bekämpfung der Rundfunkstörungen. 1027.
Prüfvorschriften für Hochspannungskabel. 1046.

Digitized by Google

Normen.
Dezimalklassifikation. 1056.
Amerikanische Prüfvorschriften für Leuchten. 1098.
Vorschriften für Schweißtechnik im Stahlbau. 1173.
Kommission für neue technische Fachwörter in Frankreich. 1176.

Oberleitungsfahrzeuge s. Bahnbau.
Oberwellen s. Gleichrichter, Mathematik, Theoretische Elektrotechnik, Transformatoren.
Öfen s. Wärmetechnik.
Öl s. Stoffkunde, Theoretische Elektrotechnik.
Ölschalter s. Schaltgeräte.
Oszillograph s. Meßkunde.

Parallelbetrieb s. Elektrische Maschinen, Elektrizitätswerke, Leitungen.
Parallelschaltung s. Schaltgeräte.
Patente s. Rechtspflege.
Pegelschreiber s. Meßkunde.
Peilung s. Funkwesen.
Persönliches s. Abt. A II.
Phonotechnik s. Meßkunde, Technische Akustik.

Photographie.
Photozellen s. Lichttechnik.
Tonfilm s. Technische Akustik.
Elektrisch arbeitender Belichtungsmesser für Photographie. 1075.
Die Deutsche Reichspost auf der Ausstellung „Die Kamera". 1105.
„Die Kamera", Ausstellung für Photographie, Druck und Reproduktion. A. Przygode. 1220.

Photometrie s. Lichttechnik.
Photozellen s. Lichttechnik.

Physik (s. a. Technische Akustik, Theoretische Elektrotechnik).
Der Einfluß des Koronastromes auf die Abkühlung eines heißen Drahtes. Nach S. R. Parsons. 828.
Schwungmoment und Trägheitsmoment in der Elektrotechnik. H. Görges. *1071. Brf. 1227.
Elektrostatischer Höchstspannungserzeuger. Nach W. F. G. Swann. 1146.
Über die Organisation der physikalischen Forschung. 1190.
Ausgewählte Vorträge aus dem Gebiet der Atomforschung. 1190.
Die Absorptionskurve der Ultrastrahlung und ihre Deutung nach Messungen im Bodensee und in der Stratosphäre. 1190.
Über die Natur der Höhenstrahlung. 1190.
Über eine neue Methode zur Erzeugung höchster Drucke und Temperaturen. 1191.
Eine neuartige Lupe, die ihr Gesichtsfeld selbst beleuchtet. 1191.

Physikalisch-Technische Reichsanstalt s. Prüfämter.
Piezoelektrizität s. Funkwesen, Meßkunde.
Porzellan s. Isolatoren, Wärmetechnik.

Prüfämter und Institute.
Das Edison Electric Institute. 756.
Deutsches Institut für Nationalsozialistische technische Arbeitsforschung und -schulung (DINTA). 806.
Ein 20-Millionen-Bau in Potsdam. 876.
Jahresbericht der Abteilung für Elektrotechnik und Funkwesen der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, E.V., Berlin-Adlershof. H. Faßbender. *885.

Prüfämter und Institute.
Der 9. Deutsche Physiker- und Mathematikertag in Würzburg, 17. bis 22. IX. 1933. E. Lübcke. 1190.
Die Tätigkeit der PTR im Jahre 1932. 1245.
Neue Beglaubigungsgrenzen. 1245.
Über die Organisation der physikalischen Forschung. 1190.
Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter. 708. 824. 846. 892. 966. 1024. 1072. 1120. 1144.

Prüfeinrichtungen.
Neuerungen auf dem Gebiete der magnetischen und elektrischen Schweißnahtprüfung. E. Franke. *659.
Eine Vervielfachungschaltung für Influenzmaschinen. P. Hochhäusler. *704.
Apparat für die Entdeckung von Fehlern in Schienen. 733.
Röntgenprüfung von Eisen und Stahl. Nach F. Wever. 805.
Untersuchung und Prüfung der Schweißnaht. Nach E. Kalisch. 805.
Prüfen von Gummischlauchleitungen. Nach Philippi. 867.
Elektrische Prüfung der Korrosion von Rohrleitungen. Nach C. u. M. Schlumberger und E. G. Leonardon. 900.
Prüfstand für 3000 kV der Compagnie Générale d'Elektro-Cèramique. 944.
Amerikanische Vorschläge für Prüfung mit Spannungstößen. 970.
Stoßprüfung bei Transformatoren. 1014.
Die Überwachung des Isolationszustandes in Schachtsignalanlagen. Nach Nattkemper. 1026.
Eine Schaltung zur Erzeugung von Stromimpulsen mit rechteckiger Wellenform. Nach A. J. Maddock. 1027.
Elektrische Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes von Bauholz. Nach C. G. Suits u. M. E. Dunlap. 1122.
Die magnetische Meßeinrichtung der PTR. 1245.
Nachweis feinster Nietlochrisse. 1245.
Prüfung von Drehspulinstrumenten mit Trockengleichrichtern. 1245.
Elektromagnetische Prüfung von Förderseilen. Nach Woernle. 1270.

Prüfstelle s. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
Pumpen s. Maschinenantrieb.

Rechtspflege.
— **Gewerblicher Rechtsschutz.**
Einigung im Patentstreit zwischen Klangfilm und Lorenz. 686.
Das Reichsgericht zur Bezeichnung „Patentingenieur". Kahle. 734.
Das Röhrenpatent erloschen. 944.
Das Gebrauchsmuster mit zu geringer Erfindung. Stort. 1030.
Telefunken ermäßigt die Lizenzgebühr für Rundfunkgeräte. 1030.
Westinghouse erwirbt Bensonkessel-Lizenz für Amerika. 1080.
Die Lieben-Patente. 1119.
Radio-Lizenz-Abkommen mit der französischen Funkindustrie. 1125.
Patentanwaltsgesetz. Vom 28. IX. 1933. Kahle. 1200.
Reichsgericht über Angestelltenerfindungen. Kahle. 1246.
— **Verschiedenes.**
Die Bedeutung des zweiten Gesetzes zur Verminderung der Arbeitslosigkeit für die Elektrogewerbe. B. Thierbach. *1061.

Rechtspflege.
Beschränkung der Schwachstromlampen-Herstellung. 1124.
Zur Patentlage in der deutschen Glühlampenindustrie. H. Lux. *1181.

Regelung (s. a. Anlasser, Gleichrichter).
Temperaturregler s. Wärmetechnik.
Die Berechnung von Vorschaltwiderstand und Stromquelle für Stabilisatorröhren. J. v. Frommer. *839.
Schnellregler. A. Meir u. R. Hinkelmann. 918.
Der Stabilisator als Zeitmarkengeber für Schleifenoszillographen. K. Fränz. 938.
Betriebe mit veränderlicher Geschwindigkeit. B. Lang. *990.
Frequenz- und Leistungsreglung in großen Netzen. K. Schäff. *1212.

Registriergeräte s. Meßkunde.
Reichsanstalt s. Prüfämter.
Reklame s. Werbung.
Relais s. Schaltgeräte.
Resonanz s. Meßkunde.
Röhren s. Funkwesen, Gleichrichter, Lichttechnik, Meßkunde, Theoretische Elektrotechnik, Verstärkertechnik.
Rohrleitungen s. Dampfkessel.

Röntgentechnik.
Röntgenprüfung von Eisen und Stahl. Nach F. Wever. 805.
Über einen neuen Röntgenbetrachtungskasten. E. Hasché. *937.
Versuche der Doppelbrechung von Röntgenstrahlen an Kristallen. 1191.

Rührwerk s. Maschinenantrieb.
Rundfeuer s. Elektrische Maschinen.
Rundfunk s. Funkwesen.

Sammler s. Akkumulatoren.
Schall s. Meßkunde, Technische Akustik.

Schaltanlagen und Schalttafeln.
Pflege und Überholung von Generatoren, Transformatoren und Schaltanlagen in Großkraftwerken. Schneider. Vortr. *837. *863.
Öllose Schaltanlage. 916.
Schaltanlagen mit öllosen Schaltern. 1015.

Schaltgeräte.
Lichtbogen s. a. Theoret. Elektrotechn.
Fernsteuerung s. Fernmessung.
— **Allgemeines.**
Die Leistungsverminderung von Schaltgeräten mit der Schalthäufigkeit. H. Franken. *1163.
Druckluftantriebe für elektrische Schaltgeräte. I. Sihler. *1237.
— **Hochspannungsschalter.**
Öl s. Stoffkunde, Theoretische Elektrotechnik.
Schnellschalter für Wechselstrom. Nach W. K. Rankin. 681.
Neuer selbsttätiger Mastschalter. 801.
Stand der Konstruktion ölloser Schalter. 1015.
Löschvorgang in Hochspannungsschaltern. 1015.
— **Luft-Selbstschalter.**
Motorschutz. H. Besold. *983.
Schnellschalter als Maschinenschutzschalter in Gleichstrom-Bahnanlagen. Nach C. Varichon. 1074.
Nockenschalter der AEG für Gleichstrom-Fahrzeuge. Nach Balke. 1075.
Zur Frage der Bauart eines betriebsicheren Webstuhlschalters. Baltz. 1243.

Digitized by Google

Schaltgeräte.
— **Relais und Schütze.**
Eine neue Selen-Sperrschicht-Photozelle und ihre Verwendung als photoelektrisches Relais. Nach L. Bergmann. 867.
Erdschlußschaltung. Nach Knief. 898.
Steuerungen für elektrische Antriebe. H. Renker. *985.
Der Zeitstaffelschutz durch Überstromrelais in Strahlennetzen unter Tage. Nach H. Koch. 1100.
Leistungschütze für Gleichstromfahrzeuge. Nach Balke. 1146.
— **Fahrschalter, Steuerwalzen.**
Schaltplan für Straßenbahn-Nockenschalter. M. Gelbhaar. *721.
Vielfachsteuerung bei Straßenbahnen mit fernbetätigten Fahrschaltern. 780.
Steuerungen für elektrische Antriebe. H. Renker. *985.
— **Verschiedene Schaltgeräte.**
Vom Fahrzeug gesteuerte Verkehrsampel-Anlagen. 753. 1173.
Elektrostatische Synchronisiereinrichtung. Nach A. Palm u. S. Rump. 826.
Schaltwagen in der Stromzuführung untertage. Nach Morhenn. 941.
Nocken-Reihenparallelschalter. Nach Balke. 1097.

Schaltvorgänge s. Theoretische Elektrotechnik, Überspannung, Überstrom.
Schienen s. Bahnbau.

Schiffahrt (s. a. Maschinenantrieb)
Die Verwendung von Akkumulatorenbatterien auf Unterseebooten. Nach M. L. Jurnau. 752.
Elektrischer Antrieb des Schnelldampfers „Normandie". 755.
Die elektrischen Anlagen des „Conte di Savoia". 891.
Elektrischer Schiffsantrieb der „Normandie". 914.
Elektrischer Antrieb für das Bodenseeschiff „Kempten". 944.
Schleppzugschleuse Jedwilleiten bei Tilsit. 944.
Vorteile des elektrischen Schiffsantriebes. 956.
Elektrische Antriebe auf Schiffen. C. Meyer. *1010.

Schleusen s. Maschinenantrieb.
Schnellregler s. Regelung.
Schulen s. Unterricht.
Schutzeinrichtungen s. Erdschluß, Schaltgeräte, Überspannungsschutz, Überstromschutz.
Schützen s. Schaltgeräte.
Schwachstromtechnik s. Bildtelegraphie, Fernsprech-, Funk-, Signal-, Telegraphenwesen, Hochfrequenztelephonie, Leitungen, Verstärkertechnik.
Schweißtechnik s. Wärmetechnik.
Schwingungen, elektr., s. Funkwesen, Theoretische Elektrotechnik.

Schwingungen, mechanische (s. a. Leitungen).
Tagung des Ausschusses für mechanische Schwingungen, Frankfurt a. M. 685.

Schwunderscheinung s. Funkwesen.
Seezeichen s. Lichttechnik.
Selbstinduktion s. Theoretische Elektrotechnik.
Selbstschalter s. Schaltgeräte.
Sender s. Funkwesen.
Selektivschutz s. Überstromschutz.
Setzmaschinen s. Wärmetechnik.

Signalwesen (s. a. Leitungen).
Elektrische Streckenbeleuchtung im Zusammenhang mit der Auslöse- und Signalvorrichtung für ein Förderband. 683.
Die Überwachung des Isolationszustandes in Schachtsignalanlagen. Nach Nattkemper. 1026.
Lichtsignale im Lokomotivbetrieb untertage. Nach Grondziel. 1052.
Signalschaltung in der Abbaubeleuchtung und ihre Vorteile. Nach Bohnhoff. 1076.
Optischer Raumschutz. 1198.

Sitzungskalender s. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
Spitzenkraft s. Elektrizitätswerke.
Sprungwellen s. Überspannung.
Stabilisatorröhren s. Meßkunde, Regelung, Theoretische Elektrotechnik.
Stabilität von Netzen s. Elektrizitätswerke, Leitungen.

Ständischer Aufbau u. Neuordnung der Wirtschaft.
Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit. 681.
Gleichschaltung in der VdEW. 711.
Gründung der nationalsozialistischen Rundfunkkammer. 756.
Einheitsverband der Elektro-Installateure 782.
Deutsches Institut für Nationalsozialistische technische Arbeitsforschung und -schulung (DINTA). 806.
Verband deutscher Wirtschaftsingenieure. 831.
Gemeinschaftsarbeit zwischen Elektrizitätswerken, Installateuren und Fachhandel. 857.
Die Einigung im deutschen Installationsgewerbe vollzogen. 858.
Gegenwartsaufgaben der deutschen Elektrizitätspolitik. A. Friedrich u. B. Thierbach. *912.
Kampfbund DAI. 1030.
Auflösung der ISKE. 1057.
Der Grundstein zum Neuaufbau der Technik. Entschließung der Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit. 1080.
Eingliederung des VDE in die Deutsche Arbeitsfront. 1105. 1126, 1133.
Reichsfachverband der elektrotechnischen Industrie (RFE). 1107.
Elektrofront für Pommern. 1124.
Gründungsversammlung des Reichsfachverbandes der elektrotechnischen Industrie. 1147. 1149.
Neuordnung in der elektrotechnischen Spezialindustrie. 1149.
Die Bedeutung des „Werberates der deutschen Wirtschaft" für die Elektrogewerbe. 1173.
Die rhein-mainische Energiewirtschaft soll vereinigt werden. 1176.
Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit in der Deutschen Arbeitsfront, betr. Aufnahmesperre sowie die spätere Auflösung der Verbände. 1201.
Verein Beratender Ingenieure. 1221.
Satzung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker E. V. 1247. B. 1273.
Arbeitsfront und Reichskammer der Technik. 1273.

Statistik.
Ein statistischer Bericht zur Elektrisierung der französischen Landgemeinden. Nach L. Fèvre. 1053.
Darstellung und Messung elektrischer Vorgänge (Analyse und Statistik). 1192.

Steuerung s. Fernmessung, Gleichrichter, Maschinenantrieb, Schaltgeräte.

Stiftungen.
Siemens-Ring-Stiftung. 734. 925. 1274.
Arnold-Stiftung. 1123.

Stoffkunde.
— **Metalle** (s. a. Hütte, Magnetismus, Röntgentechnik, Wärmetechnik und Abt. A V, Geschäftliche Mitteilungen).
Das Dnjepr-Aluminiumkombinat. 783.
Ein neues Widerstandsmaterial. 829.
Korrosionstagung 1933 der Arbeitsgemeinschaft „Korrosion". 876.
Einfluß der Schweißung mit dem elektrischen Lichtbogen auf die Sprödigkeit und Härte der Sonderstähle. 896.
Elektrische Prüfung der Korrosion von Rohrleitungen. Nach C. u. M. Schlumberger und E. G. Leonardon. 900.
Schutz der Kabel gegen Korrosion. 1046.
Elastizitätsgrenze und Zugfestigkeit. 1056.
Verbesserungen der Leichtmetalle. 1056.
Thermische und mechanische Eigenschaften des Aluminiums. 1056.
Berylliumlegierungen. 1056.
Lagerbronzen. 1056.
Neue Gußeisen. 1078.
Metallographische Untersuchungen mit dem Elektronenmikroskop. 1193.
— **Feste Isolierstoffe** (s. a. Isolatoren, Theoretische Elektrotechnik).
Mycalex, ein Isolierstoff für Hochspannung und Hochfrequenz. A. v. Nagy. 711.
Billigere Kunstharzpreßteile. 711.
Kolonit, ein neuer Kunststoff aus Kohle, für Gebrauchsgegenstände. Nach Fischer, Horn, Küster. 829.
Alterung von Isolierstoffen. 1016.
Bakelitpapier. 1016.
Fortschritte auf dem Gebiet der Isolierstoffe für Hochfrequenz. 1192.
— **Isolieröl.**
Versuche über Ölalterung. Nach Typke. 711.
Überwachung und Pflege des Öles in Transformatoren und Ölschaltern. 863.
Kontrolle von Transformatorenölen. 1014.
Leitfähigkeit von Transformatorenöl. 1014.
Untersuchungen über die Leitfähigkeit von Isolieröl. Nach J. B. Whitehead u. R. H. Marvin. 1029.
Ionisationswirkungen bei getränkter Papierisolation. Nach K. S. Wyatt. 1195.
Über die Entfernung des im Transformatorenöl gelösten Wassers. A. Ketnath *1259.

Störungen s. Fernsprechwesen, Überspannung, Überstrom.
Stoßprüfung s. Prüfeinrichtungen, Transf.
Strahlung s. Funkwesen, Lichttechnik, Physik.

Streuströme.
Untersuchung über elektrolytische Korrosion durch Streuströme. F. Besig. 1269.
Streuung s. Elektrische Maschinen, Transf.
Stromrichter s. Gleichrichter.
Stromverdrängung s. Elektrische Masch.
Stromversorgung s. Energiewirtschaft.
Synchronisierung s. Schaltgeräte.

Tagungen s. Kongresse und Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
Talsperren s. Elektrizitätswerke.
Tarifwesen s. Elektrizitätswerke.

Technische Akustik (s. a. Fernsprechwesen, Meßkunde).
Elektrische Musikinstrumente, ihre Wirkungsweise und Aufgaben. W. Janovsky. Vortr. *675. *727.
Einigung im Patentstreit zwischen Klangfilm und Lorenz. 686.

Digitized by Google

Technische Akustik.
Schwingungserzeuger für elektrische Musikinstrumente. 727.
Akustische Flughafenbegrenzung. 886.
Akustische Höhenmessung bei Flugzeugen. 886.
Unterdrückung des Auspufflärms. 886.
Der Siemens-Geräuschmesser im Dienst des Arztes. 919.
10 Jahre deutscher Tonfilm. A. Schneider. 942.
Abhöranlage für Sitzungen. 953.
Verständigung zwischen Klangfilm G. m. b. H. und Zeiß-Ikon AG. 1030.
Lautstärke von Geräuschen und Lautstärkemessung. Nach H. Barkhausen u. U. Steudel. 1102.
Intensitätsverhältnisse von natürlichen Klangbildern mit besonderer Berücksichtigung der Rundfunksendung. 1191.
Über die Hörsamkeit holzausgekleideter Räume. 1191.
Plastische Musikwiedergabe. H. Dillge. 1218.

Technisch-wissenschaftliche Lehrmittelzentrale s. Unterricht.

Telegraphenwesen (s. a. Bildtelegraphie, Funkwesen, Leitungen).
Das Tonfrequenzsystem der International Telephone & Telegraph Co. (ITT). 804.
Die Einführung neuer Geräte und Betriebsverfahren in den englischen Telegraphenbetrieb. Nach Smith. 849.
Das hundertjährige Jubiläum der elektrischen Telegraphie. E. Feyerabend. *1109.
Das Fernmeldewesen im 2. Halbjahr 1932. K. Höpfner. *1205.
Telexbetrieb. 1205.
Gauß-Weber-Feier der Universität Göttingen. Gauß-Weber-Denkmünze des Jahres 1933. 1218. 1271.

Telephonie s. Fernsprechwesen.
Temperaturregelung s. Wärmetechnik.

Theoretische Elektrotechnik (s. a. Funkwesen, Magnetismus, Physik).
— **Elektrisches Feld** (s. a. Gasreinigung, Kondensatoren).
Eine Vervielfachungschaltung für Influenzmaschinen. P. Hochhäusler. *704.
Sichtbarmachung von Äquipotentiallinien im elektrischen Feld. Nach P. Böning. 1055.
Elektrostatischer Höchstspannungserzeuger. Nach W. F. G. Swann. 1146.
— **Durchschlag von Gasen.**
Durchschlag und Temperaturionisierung. Nach O. Mayr. 782.
Kathodenmaterial und Entladeverzug. Nach R. Strigel. 850.
Stufenloser und stufenförmiger Durchschlag in Luft. Nach W. Krug. 850.
Der Stufendurchschlag. Nach K. Buss. 851.
Durchschlag-Feldstärke des homogenen Feldes in Luft. Nach H. Ritz. 872.
Stoßkorona. Y. Toriyama. *909.
Über die Toeplersche Knickstelle im Verlauf der Anfangspannung bei der Funkenbildung. J. Claußnitzer. *911.
Polaritätsunterschied der Luft-Durchschlagspannungen und seine Verwendung beim Gleichrichter für sehr hohe Spannungen. Nach H. Buchwald. 942.
Die elektrodenlose Entladung nach Messung mit dem Kathodenoszillographen. Nach K. Buss. 968.

Theoretische Elektrotechnik.
Die Durchbruch-Feldstärke der Luft im gleichförmigen Felde bei Spannungsstoß. Nach W. Holzer. 1055.
Zur Erklärung von Lichterscheinungen beim elektrischen Gasdurchschlag. Nach W. Fucks. 1078.
Die Funkenstrecke mit Vorkondensator. 1146.
Frequenzabhängigkeit der Funkenspannung in Luft. Nach H. Lassen. 1147.
Verbesserte Schutzfunkenstrecke. Nach A. O. Austin. 1147.
— **Durchschlag von Flüssigkeiten.**
Beobachtungen über den Durchschlag von Isolierölen. Nach F. Koppelmann. 731.
Der Einfluß kolloiddisperser Stoffe auf die Durchschlagspannung isolierender Flüssigkeiten. Nach P. Böning. 1122.
— **Durchschlag fester Isolierstoffe** (s. a. Isolatoren, Stoffkunde).
Zwischengebiet zwischen Wärme- und rein elektrischem Durchschlag. Nach L. Inge u. A. Walther. 873.
Versuche über die Durchschlagfestigkeit von Porzellan. Nach J. O. Kraehenbuehl u. C. W. Parmelee. 1028.
— **Dielektrische Verluste.**
Leitfähigkeits- und Verlustwinkelmessungen von Papierkondensatoren bei zusätzlicher Belastung mit Hochfrequenzströmen. W. Fehr u. W. Hubmann. *819.
Verhalten dünner Cellon-Lackschichten im elektrischen Felde. Nach A. Mainka. 942.
Untersuchung dielektrischer Verluste flüssiger Isolierstoffe bei kurzen Wellen mit dem Kalorimeter. Nach H. Vogler. 1078.
Neues Hochfrequenzkalorimeter zur Untersuchung dielektrischer Verluste. 1193.
— **Elektronentheorie.**
Das Elektronenmikroskop. Nach M. Knoll u. E. Ruska, M. Knoll, F. Houtermans u. W. Schulze. 1122.
Positive Elektronen. 1190.
Über einen Proportionalverstärker zum Nachweis einzelner Korpuskularteilchen. 1191.
Elektronenbeugungsversuche an Halbleiter-Kristallflächen. 1193.
Elektroneninterferenzen an geschmirgelten und polierten Flächen. 1193.
Zur Struktur der Kohlenstoffe. 1193.
— **Elektrizitätsdurchgang durch Gase.**
Die Berechnung von Vorschaltwiderstand und Stromquelle für Stabilisatorröhren. J. v. Frommer. *839.
Die Helligkeitssteuerung von Braunschen Röhren. Nach E. Hudec. 919.
Zur Erklärung von Lichterscheinungen beim elektrischen Gasdurchschlag. Nach W. Fucks. 1078.
Die Grundlagen der elektrischen Gasreinigung. Nach R. Strigel. 1102.
Die Definierung mehrerer Spannungsschwellen durch ein Glimmrohr. 1191.
— **Lichtbogen** (s. a. Gleichrichter, Schaltgeräte, Wärmetechnik).
Die Kennlinie des elektrischen Lichtbogens großer Leistung. Nach A. L. Müller. 1102.
Der Niederspannungsbogen. 1191.
— **Wechselströme und Schwingungen** (s. a. Funkwesen).
Schwingungserzeuger für elektrische Musikinstrumente. 727.
Selbstinduktion bei einer Verformung des Leiterkreises. R. Rühle. *796. *843.

Theoretische Elektrotechnik.
Zur graphischen Ermittlung der Scheinleistungsdauer-Linie. M. Wolf u. G. Schnaus. 850.
Die Oberwellen der Gleichspannung und des primären Netzstromes in Gleichrichteranlagen. H. Meyer-Delius. *959.
Die Strom- und Spannungsoberwellen im schlesischen Reichsbahnnetz. Nach O. Kasperowski. 969.
Verhalten von Wellenfiltern bei Belastung durch gesättigte Eisendrosseln. Nach H. Waßmann. 970.
Dämpfungsmessung an Spulen mit Eisenkern bei Hochfrequenz. Nach H. Frühauf. 1054.
Der Schwingkristall und die Ursachen seiner Wirkungsweise. Nach E. Habann. 1078.
Impulsverlängerung; die Verlängerung sehr kurzer Schaltzeiten auf solche von beliebiger Dauer. Nach W. Grube. 1078.
In einem Mehrphasensystem übertragene Ströme und Spannungen. Nach S. Fryze. 1102.
Untersuchungen von Schwingungen piezoelektrischer Kristallplatten. 1193.
Die Asynchronmaschine im Rahmen der allgemeinen exakten Widerstandstheorie. Nach F. Pinter. 1217.
— **Induktivität.**
Selbstinduktion bei einer Verformung des Leiterkreises. R. Rühle. *796. *843.
Die Folgen der gegenseitigen Induktion bei Dreiphasen-Luftdrosselspulen. H. G. Nolen. *858.
Induktivitätskoeffizienten von Teilstromkreisen und ihre Anwendungen. Nach A. Russell. 1054.
Beitrag zur Berechnung eisenloser Banddrosselspulen. Nach R. Edler. 1097.
— **Leitfähigkeit.**
Leitfähigkeits- und Verlustwinkelmessungen von Papierkondensatoren bei zusätzlicher Belastung mit Hochfrequenzströmen. W. Fehr u. W. Hubmann. *819.
Der Einfluß geophysikalischer Faktoren auf die Einschlagstellen des Blitzes. Nach L. N. Bogolavlensky. 828.
Verhalten dünner Cellon-Lackschichten im elektrischen Felde. Nach A. Mainka. 942.
Leitfähigkeit von Transformatorenöl. 1014.
Untersuchungen über die Leitfähigkeit von Isolieröl. Nach J. B. Whitehead u. R. H. Marvin. 1029.
Über die Leitfähigkeit von reinen Flüssigkeiten. Nach A. Nikuradse. 1054.
Elektrische Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes von Bauholz. Nach C. G. Suits u. M. E. Dunlap. 1122.
Das Verhalten gestreckter Erder bei Stoßbeanspruchung. V. Aigner. *1233.
Temperaturkoeffizienten von Quarzstäben. 1245.

Thermoelemente s. Meßkunde.
Tintenschreiber s. Meßkunde.
Tonfilm s. Technische Akustik.

Torf s. Dampfkessel, Energiewirtschaft.
Trägerfrequenztelephonie s. Hochfrequenztelephonie.

Transformatoren.
Öl s. Stoffkunde, Theoret. Elektrotechnik.
— **Allgemeines.**
Transformatoren als Oberwellenerzeuger. E. Hueter. *747.

Digitized by Google

Transformatoren.
Zusätzliche Streuung in Transformatoren. F. Heiles. *861.
Einfluß der Lochung von Transformatorkernen auf den Magnetisierungstrom. Nach R. Richter. 939.
Der Spannungsabfall in Dreiwicklungstransformatoren. A. Friedmann. *1193.
— **Leistungstransformatoren.**
Die Aufgaben des heutigen Transformatorenbaues. J. Biermanns. Vortr. *717. *767.
Pflege und Überholung von Generatoren, Transformatoren und Schaltanlagen in Großkraftwerken. Schneider. Vortr. *837. *863.
Schutztransformatoren für Backofenbeleuchtung. A. Bergmann. 894.
Fortschritte in Fahrzeug-Transformatoren. Nach S. S. Cook u. C. Brockmann. 940.
Transformatoren für 245 000 A für elektrische Öfen. 967.
Kaskadenschaltung bei Leistungstransformatoren. 1014.
Stoßprüfung bei Transformatoren. 1014.
Transport von Großtransformatoren. 1014.
Wasserlöschung von Transformatorbränden. 1097.
Anzapfbare, schlagwettersichere Trockentransformatoren für Abbaubeleuchtung. 1182.
100 000 kVA-Transformator für das RWE. 1272.
— **Versuchs- und Prüftransformatoren.**
Prüfstand für 3000 kV der Compagnie Générale d'Elektro-Cèramique. 944.
— **Meßwandler.**
Die Verbesserung des Stabstromwandlers für kleine Primärströme. A. Iliovici. Brf. 691.
— W. Reiche. Brf. 691.
Ein Spannungswandler zur Messung kleiner Spannungen. Nach A. H. M. Arnold. 895.
Wandler für Höchstspannungsanlagen. 1015.
Wandlerprüfung. 1015.
Beachtenswertes beim Anschluß von Meßgeräten an Stromwandler. W. Beetz. *1092.
Ermittlung der Streureaktanzen aus der Fehlermessung des Spannungswandlers. H. Schunck. *1236.
Präzisionsstromwandler. A. Keller. *1258.

Transport s. Transformatoren.
Triebwagen s. Bahnbau.
Turbomaschinen s. Dampfturbinen, Elektrische Maschinen, Wasserturbinen.

Überspannung.
— **Blitz und Gewitter.**
Der Einfluß geophysikalischer Faktoren auf die Einschlagstellen des Blitzes. Nach L. N. Bogoïavlensky. 828.
Der Kugelblitz. Nach M. E. Mathias. 873.
Überspannungen und Blitzschutz. 1063.
— **Wanderwellen.**
Vorrichtung zur Überwachung elektrischer Anlagen auf Sprungwellen. Nach H. Glaßer. 850.
Wanderwellen in Hochspannungsleitungen. Nach Mc Eachron, Hemstreet, Rudge. 899.
Abflachung von Sprungwellen durch Korona. 910.
Amerikanische Vorschläge für Prüfung mit Spannungstößen. 970.

Überspannung.
Eine Schaltung zur Erzeugung von Stromimpulsen mit rechteckiger Wellenform. Nach A. J. Maddock. 1027.
Das Verhalten gestreckter Erder bei Stoßbeanspruchung. V. Aigner. *1233.

Überspannungsschutz.
Überspannungsableiter zum Schutz von Flugzeug-Funkgeräten, untersucht mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen. H. Viehmann. 956.
Überspannungen und Blitzschutz. 1063.
Beitrag zur Frage des Überspannungsschutzes. E. König. *1165.
Das Verhalten gestreckter Erder bei Stoßbeanspruchung. V. Aigner. *1233.

Überstrom.
Zur rechnerischen Bestimmung der Störungstabilität von Netzen. R. Mayer. *678.

Überstromschutz (s. a. Schaltgeräte).
Der Zeitstaffelschutz durch Überstromrelais in Strahlennetzen unter Tage. Nach H. Koch. 1100.
Verhalten des Selektivschutzes beim Außertrittfallen von Kraftwerken. R. Schimpf. *1134.
Schnelldistanzschutz. 1268.

Uhr s. Meßkunde.
Ultrastrahlung s. Physik.
Ultraviolett-Strahlung s. Lichttechnik.
Umformer s. Elektrische Maschinen.
Umrichter s. Gleichrichter.
Umspanner s. Transformatoren.
Unternehmer, Wer soll — sein? 1123.

Unterricht.
— **Hochschulen** (s. a. Abt. A II, Persönliches).
Hochschulreform in Baden. 852.
Danzig eine deutsche Technische Hochschule. 1030.
Neuregelung des Habilitationsverfahrens an den preußischen Hochschulen. 1057.
Änderungen der Hochschulverfassung. 1105.
Gauß-Weber-Feier der Universität Göttingen. Gauß-Weber-Denkmünze des Jahres 1933. 1218. 1271.
Die Sammlung für Elektromaschinenbau im Elektrotechnischen Institut der Techn. Hochschule in Karlsruhe. R. Richter. *1255.
— **Verschiedenes.**
Kuratoriumsitzung der Technisch-Wissenschaftlichen Lehrmittelzentrale (TWL). 685.
Neuordnung im Datsch. 711.
Programm des Hauses der Technik, Essen, für das Wintersemester 1933/34. 1030.
Lehrlingsarbeiten in Siemensstadt. 1148.
Besichtigung der AEG-Lehrwerkstätten in Berlin. 1221.

Ventil s. Gleichrichter.
VDE s. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
Verbandsnachrichten s. Abt. A IV.
Vereinsnachrichten s. Abt. A IV.
Verkehr s. Automobil, Bahnbau, Fernsprechwesen, Flugwesen, Lichttechnik, Schiffahrt, Signalwesen, Telegraphenwesen.
Verluste, dielektrische s. Theoretische Elektrotechnik.

Verstärkertechnik.
Kleines Wörterbuch der Röhrentechnik. 683.

Verstärkertechnik.
Wirkung der Sekundärelektronen auf den statischen Arbeitszustand der Eingitterröhre. Nach S. A. Obolensky. 684.
Senkung der Radioröhrenpreise. 686.
Neue ausländische Rundfunkröhren. 828.
Die gegenseitige Einwirkung von Anoden- und Gitterkreisen in Verstärkern und Rundfunkempfängern. Nach W. Kautter. 922.
Die Lieben-Patente. 1119.
Berechnung des Anfachmechanismus von Schwingungen bei einer Elektronenröhre in Barkhausen-Kurz-Schaltung. Nach H. Edler. 1197.
Maximale Leistung, Wirkungsgrad und optimaler Außenwiderstand von Endröhren. Nach R. Urtel. 1197.
Entwicklung neuer Verstärkerröhren. 1206.
Versuche an Leitungen mit Endverstärkern. 1206.

Versuchsanstalten s. Prüfämter.
Vorschriften s. Normen u. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
Vorträge s. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.

Wanderwellen s. Überspannung.
Wandler s. Transformatoren.

Wärmetechnik (s. a. Meßkunde).
— **Allgemeines.**
Entwicklung und Aussichten der Elektrowärmetechnik. G. Dettmar. *645.
Elektrowärme-Ausstellung in Essen 1933. 645.
Die Entwicklung der elektrischen Heizung im 19. Jahrhundert. Nach W. Schulz. 663.
Elektrowärme und Energiewirtschaft. 874.
Kraft- und Wärmeerzeugung in industriellen Betrieben. 954.
Rückblick auf die Elektrowärme-Ausstellung Essen. E. Beck. *1157.
— **Kochgeräte u. elektrische Küche.**
Die Elektrowärme im Haushalt und im Gastgewerbe. L. Riefstahl. *647.
Entwicklung der Elektroküche. A. Rittershaussen. *649.
Selbstschaltende Expreß-Kaffeemaschine. 731.
Ein neuer „Elektro-Gasherd". 848.
Rückblick auf die Elektrowärme-Ausstellung Essen. E. Beck. *1157.
Elektrowärmegeräte aus Porzellan. 1171.
Neues Verfahren zur Messung der mittleren Unebenheit von Kochplatten und Topfböden. G. Dettmar. *1216.
— **Heizeinrichtungen.**
— — **Raumheizung.**
Die Wirtschaftlichkeit elektrischer Raumheizung — eine Frage der Wandkonstruktion. I. S. Cammerer u. H. Krause. *652.
Elektrische Heizkörper für die Berliner Stadtbahn. 663.
Elektrisch geheiztes Geschäftsgebäude. 884.
— — **Backöfen.**
Die Elektrowärme im Haushalt und im Gastgewerbe. L. Riefstahl. *647.
Schutztransformatoren für Backofenbeleuchtung. A. Bergmann. 894.
— — **Verschiedene.**
Der Ausbau der industriellen Elektrowärmeanwendung als volkswirtschaftliche Aufgabe. C. T. Buff. *653.
Elektrische Heizkörper für Kraftwagen. 663.
Elektrische Setzmaschinenheizung. F. Mörtzsch. 663.

Digitized by Google

Wärmetechnik.
Untersuchungen an einem Elektrokessel für die Heizung eines Reservekraftwerkes. G. Maas. *765.
Untersuchungen über die Zündung von Brückenzündern durch beliebige Ströme und die sich daraus ergebenden Anforderungen an elektrische Zündmaschinen. Nach Drekopf. 870.
— **Temperaturregelung.**
Fehler bei Heizkissen-Temperaturreglern und ihre Beseitigung. A. C. Wiese. *651.
Neue Verfahren der Temperaturregelung industrieller Öfen. M. Lang. *789.
Temperaturregler für Elektrowärme. L. Nolte. 798.
— **Elektrische Öfen.**
— — **Allgemeines.**
Der Ausbau der industriellen Elektrowärmeanwendung als volkswirtschaftliche Aufgabe. C. T. Buff. *653.
Industrieofen mit Molybdänwiderständen. Nach F. Lauster. 662.
Elektrisch geheizte Verzinkungsöfen. Nach R. N. Cherry. 664.
Induktionsöfen mit und ohne Eisenschluß. Nach A. Levasseur. 665.
Vakuumguß. Nach Reeve. 665.
Fortschritte im Bau von Elektroöfen. 874.
Transformatoren für 245 000 A für elektrische Öfen. 967.
Zur Theorie der eisenlosen Induktionsöfen. Nach R. Radulet. 1099.
Rückblick auf die Elektrowärme-Ausstellung Essen. E. Beck. *1157.
20 Jahre Fortschritt in den elektrischen Lichtbogenöfen zur Erzeugung von Eisen und Stahl. 1171.
— — **Schmelzöfen.**
Ein Ofen zur Herstellung von Ferromangan. 665.
Der Witton-Hochfrequenz-Schmelzofen. 781.
Stromverlauf und Leistungsumsatz im Bade von Lichtbogen-Elektrostahlöfen. K. A. Lohausen. 848.
Der elektrische Lichtbogenofen mit saurem Futter in der Stahlgießerei. Nach R. Lemoine. 897.
Das Reduzieren von Eisenerzen zu Stahl im elektrischen Ofen mit hohlen Elektroden. 941.
Induktionsöfen. 954.
Miguetofen. 967.
Der Miguet-Ofen. Nach S. Heuland. 1025.
Die Magnesiumerzeugung aus Fluoridbädern auf elektrischem Wege. Nach F. Ravier. 1055.
— — **Glühöfen.**
Der Ausbau der industriellen Elektrowärmeanwendung als volkswirtschaftliche Aufgabe. C. T. Buff. *653.
Vergüten von Radreifen in elektrischen Öfen. 664.
Das Hartlöten von Stahl mit Kupfer im elektrischen Ofen unter Atmosphärenkontrolle. 829.
Elektrische Widerstandsöfen für hohe Temperaturen. Nach F. Lauster. 940.
— **Schweißen.**
Gegenwärtiger Stand der Elektroschweißung. K. Meller. *656.
Neuerungen auf dem Gebiete der magnetischen und elektrischen Schweißnahtprüfung. E. Franke. *659.
Elektrode zum Schweißen von rostfreiem Stahl. 665.
Zur Frage der ummantelten und der nackten Elektroden beim Schweißen. 665.
Tagung für Elektroschweißung in Essen. 666. 783.
Wärmetechnik.
Röntgenprüfung von Eisen und Stahl. Nach F. Wever. 805.
Untersuchung und Prüfung der Schweißnaht. Nach E. Kalisch. 805.
Elektroschweißung für Reparaturzwecke. 874.
Einfluß der Schweißung mit dem elektrischen Lichtbogen auf die Sprödigkeit und Härte der Sonderstähle. 896.
Entwicklung der Lichtbogenschweißung. 954.
Rückblick auf die Elektrowärme-Ausstellung Essen. E. Beck. *1157.
Vergleich zwischen Niet- und Schweißnaht. 1159.
Vorschriften für Schweißtechnik im Stahlbau. 1173.
— **Löten.**
Das Hartlöten von Stahl mit Kupfer im elektrischen Ofen unter Atmosphärenkontrolle. 829.

Wärmewirtschaft s. Energiewirtschaft.
Wasserkraft s. Elektrizitätswerke, Energiewirtschaft.

Wasserturbinen.
Turbinamos. 917.

Webstuhl s. Schaltgeräte.
Wechselrichter s. Gleichrichter.
Wechselströme s. Theoretische Elektrotechnik.
Wellenfilter s. Theoret. Elektrotechnik.
Wellenwiderstand s. Meßkunde.

Werbung (s. a. Elektrizitätswerke, Lichttechnik).
Gemeinschaftsarbeit zwischen Elektrizitätswerken, Installateuren und Fachhandel. 857.
Die Bedeutung des „Werberates der deutschen Wirtschaft" für das Elektrogewerbe. 1173.

Werkstatt.
Nachweis feinster Nietlochrisse. 1245.

Werkstoff s. Stoffkunde.
Werkzeugmaschinen s. Maschinenantrieb.
Wicklungen s. Elektrische Maschinen.
Widerstände s. Anlasser, Installationswesen, Meßkunde, Regelung, Stoffkunde, Theoretische Elektrotechnik, Wärmetechnik.
Wirtschaft s. Elektrizitätswerke, Energiewirtschaft, Ständischer Aufbau und Abt. AV, Geschäftliche Mitteilungen.

Zähleinrichtung s. Meßkunde.
Zähler s. Meßkunde.
Zählung s. Meßkunde.
Zahnräder s. Kegelräder.
Zeitschriften s. Abt. A III, Literatur.
Zünder s. Wärmetechnik.

II. Persönliches.

Auszeichnungen. 1034. 1276.
Hochschulnachrichten. 691. 739. 877. 1202. 1227.
Jubiläum. 734. 1081.

Bader, Wilhelm. 739.
Becker, A. 1081.
Beckmann, Hermann. †. 739. 809 (m. Bild).
Behn, Hernand. †. 1058.
Bödefeld, Th. 739.
Bürgin, Emil. †. 972.

d'Arsonval, Jacques Arsène. 691.
Eicken, August v. †. 876.

Feder, Gottfried. 1250.
Fischer, Eritz. 877.
Frank. 1125.

Gaede, Wolfgang. 1274.

Jahnke, Hermann. †. 739. Von R. Werner. 876 (m. Bild).

Kessler, Philipp. 1107. 1129 (m. Bild).
Kleinsteuber, Franz. †. 1058.
Knoll, Max. 691.
Koepsel, Adolf. †. 1033.
Kosack, Emil. 1154.
Kress, Heinrich. †. 1033.
Krogsgaard, W. 1081.

Lux, Heinrich. 877.

Melchert, Ernst. 1227.
Menge, August. 1034.

Nielsen, Knud. 1125.
Nikuradse, Alexander. 1202.

Paschen. 667.
Peek jr., Frank W. †. 1033 (m. Bild).
Pichler. 1154.
Prüß, Johann. 855.

Roebel, Ludwig. 1034.
Roemer. 1125.

Scheid, F. 734.
Schmidt, Arthur. 1081 (m. Bild).
Schraeder, Friedrich. 1154.
Siméon, Josef. 1202.
Stark, Johannes. 667.
Stegmann, Ferdinand. †. 834 (m. Bild).

Thierbach, Bruno. 855.
Thomälen, Adolf. 739.

Ulrich, Marcel. †. 834.

Weigel, Rudolf. 1227.
Wolf, Georg. †. 667.
Wolf, Max. 1125.

Zehme, Ernst Conrad. 855.
Zickler, Karl. †. 877. 1202.

III. Literatur.

Neue Zeitschriften.

Der kurze Kommentar. 763.
Deutsche Technik. 975.
Buletinul „I. R. E.". 1228.

Verschiedenes.

Eingegangene Doktordissertationen. 716. 763. 812. 836. 879. 904. 952. 1156. 1179. 1228. 1251. 1276.
Bibliothek des EV. 666. 901.

Buchbesprechungen.

Berliner Städtische Elektrizitätswerke Akt.-Ges., Jahrbuch der Verkehrsdirektion 1932. Von B. Thierbach. 927.
Der elektrische Oberleitungs-Omnibus. Von O. Armknecht. 1178.
Gruppeneinteilung der Patentklassen und Stichwörterverzeichnis. Von Kahle. 763.
Meyers Lexikon, Bd. 14 u. 15. Von F. Moeller. 1251.
Mitteilungen aus dem Reichspostzentralamt. Von Buttler. 811.
Regeln für Abnahmeversuche an Rückkühlanlagen. Von G. Frantz. 1107.
Ruhrkohlen-Handbuch. Von B. Thierbach. 952.

Digitized by Google

Spannung—Widerstand—Strom. Herausg. v. d. Datsch-Lehrmitteldienst G. m. b. H. Von F. Moeller. 1058.
Technik voran! Von K. Elbel. 1227.
Technisch-wissenschaftliche Abhandlungen aus dem Osram-Konzern. Von J. D'Ans. 667.
The National Physical Laboratory. Von F. Kiebitz. 1083.
Union des Syndicats de l'Électricité, Annuaire 1933. Von H. Dieterlein. 1251.
Unterground Systems Reference Book. Von C. H. Bay. 714.
Vorschriftenbuch des Verbandes deutscher Elektrotechniker. Von R. Vieweg. 787.
Vorschriften für die Ausführung elektrischer Innenanlagen (in Rumänien). Von A. Molly. 1130.

Abraham, M., u. R. Becker, Theorie der Elektrizität. Von G. H. Winkler. 812.
Anthes, M., Elektrisches Kochen und Heizen. Von Mörtzsch. 1059.
Arndt, K., u. J. Zellner, Die künstlichen Kohlen. Von Schlumberger. 975.
— W., Raumbeleuchtungstechnik. Von W. Voege. 1035.
Auerbach, F., u. W. Hort, Handbuch der physikalischen und technischen Mechanik, Bd. 4, 2. Hälfte. Von W. Bauer. 1060.
Auwers, O. v., s. Valentiner, S.

Barkhausen, H., Einführung in die Schwingungslehre. Von Erw. Meyer. 811.
Becker, R., s. Abraham, M.
Berg, E. J., Rechnung mit Operatoren. Dtsch. v. O. Gramisch u. H. Tropper. Von H. Kafka. 1203.
Bolz, G., s. Moeller, F.
Buch, A., Die Wirtschaftlichkeit des Antriebes von Dreschsätzen durch Schlepper oder Elektromotoren. Von B. Thierbach. 836.
Buchmann, W., s. Thum, A.

Cotton, H., Mining Electrical Engineering. Von W. Philippi. 1154.
Courant, R., Vorlesungen über Differential- und Integralrechnung. Von Hamel. 878.
Crombacher, A., Die wettbewerblichen Beschränkungen des technischen Angestellten nach Beendigung des Dienstverhältnisses. Von Kahle. 1107.
Curchod, A., Machines et appareils électriques. Von Zorn. 902.
— A., Memento d' Elektrotechnique. Von H. Kafka. 1276.

Darrow, K. K., Electrical Phenomena in Gases. Von E. Lübcke. 1178.
Decker, H., E. Flegler u. H. G. Möller, Müller-Pouillets Handbuch der Physik, Bd. 4, Teil 2. Herausg. v. A. Eucken, O. Lummer †, E. Waetzmann u. S. Valentiner. Von M. Zorn. 952.
Drucker, C., s. Ostwald-Luther.

Eggert, J., u. R. Schmidt, Einführung in die Tonphotographie. Von J. Mayer. 1179.
Engelhardt, V., Handbuch der technischen Elektrochemie. Von K. Arndt. 739.
Erhard, L., Blätter für Geschichte der Technik. Von F. Natalis. 878.
Erk, S., s. Gröber, H.
Eucken, A., s. Decker, H.
— A., s. Valentiner, S.

Falkenhagen, H., Elektrolyte. Von G. Eger. 714.
Feyerabend, E., Der Telegraph von Gauß und Weber im Werden der elektrischen Telegraphie. Von A. Kunert. 1275.
Flegler, E., s. Decker, H.
Fleischer, R., u. H. Teichmann, Die lichtelektrische Zelle und ihre Herstellung. Herausg. v. R. Liesegang. Von Spiller. 1178.
Forner, G., Die thermodynamische Berechnung der Dampfturbinen. Von Zinzen. 878.

Geiger, C., Betriebswissenschaft, Bau von Gießereianlagen, Nachträge. Von Schimpke. 903.
Glardon, A. R., Die deutsche Elektroindustrie und der Absatz ihrer Erzeugnisse in der Nachkriegszeit. Von G. Becker. 1155.
Gramberg, A., Technische Messungen. Von R. Vieweg. 1227.
Gramisch, O., s. Berg, E. J.
Greenwood, E., Amber to Amperes. Von G. H. Winkler. 762.
Gregor, A., Der praktische Stahlhochbau. Von J. C. Fritz. 1203.
Gröber, H., u. S. Erk, Die Grundgesetze der Wärmeübertragung. Von Zinzen. 787.

Haas, K., Ausgewählte Schweißkonstruktionen. Bd. 2: Maschinenbau. Von J. C. Fritz. 926.
Haberland, G., Mechanik. Herausg. v. R. Horstmann u. K. Laudien. Von Horst Müller. 1155.
— G., Wärmemechanik. Von A. Bachmair. 1227.
Harms, F., s. Mie, G.
Hauffe, G., Ortskurven der Starkstromtechnik. Von M. Zorn. 1250.
Hayashi, K., Tafeln für sie Differenzenrechnung sowie für die Hyperbel-, Besselschen, elliptischen und anderen Funktionen. Von K. Pohlhausen. 1251.
Hellmuth, F. H., Der Argonal-Gleichrichter. Von F. Noack. 1107.
Helly, E., s. Timoshenko, S.
Hémardinquer, P., Les Effets électriques de la Lumière et leurs Applications Modernes. Von W. Voege. 951.
Henco, C. H., s. Punga, F.
Herrmann, H., s. Valentiner, S.
Höhn, E., Über den Spannungszustand und die Festigkeit von Kehlnähten. Über die Wirkung von Blasen und Kerben von autogen und elektrisch geschweißten Nähten. Von J. C. Fritz. 1154.
Hopf, L., Die Relativitätstheorie. Von Bauer. 903.
Horstmann, R., s. Haberland, G.
Hort, W., s. Auerbach, F.
Hoyer-Kreuter s. Schlomann, A.
Hudson, R. G., Electronics. Von E. Lübcke. 1060.

Ike, H., Störschutz am Rundfunk-Empfänger in der Praxis. Von A. Schulle. 903.

Joseph, H., Entscheidungen in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichensachen. Von Kahle. 715.

Kaufmann, W., Angewandte Hydromechanik. Von Horst Müller. 903.
Kedenburg, H., s. Wetjen, K.
Kinzinger, K., Ortsnetze für Kabel und Freileitungen. Von H. Kyser. 1177.
Kittler, W., Der internationale elektrische Energieverkehr in Europa. Von F. Meißner. 1202.
Klaften, B., Die Luftspeicher-Dieselmaschine. Von A. E. Thiemann. 975.
Klauer, G., Patentanwaltsgesetz. Von Kahle. 1204.
Klein, K., Der gesetzliche Schutz der freien technisch-wissenschaftlichen Berufe. Von Kahle. 904.
Kowalewski, G., Interpolation und genäherte Quadratur. Von H. Kafka. 1228.
Krebs, E., Technisches Wörterbuch. Von W. Kraska. 952.
Kuhn, A., Wörterbuch der Kolloidchemie. Von G. Eger. 1227.
Kurrein, M., u. G. Meyer-Jagenberg, Gleit-, Kugel- und Rollenlager und ihre Schmierung. Von F. Unger. 1202.
Kußmann, A., s. Messkin, W. S.
Kyser, H., Die elektrische Kraftübertragung. Von Burger. 877.

Lachmann, K., Festigkeit und Formänderung. Herausg. v. E. Simon. Von A. Witt. 692.
Laubersheimer, K., Der Elektrotechniker-Lehrling. Von Elbel. 812.
Laudien, K., s. Haberland, G.
Lawaczeck, F., Turbinen und Pumpen. Von P. Ostertag. 902.
Leinweber, H., Entscheidungskartei auf dem Gebiete des gewerblichen Rechtschutzes in Deutschland. Von Kahle. 927.
Lenz, H., s. Mie, G.
Lichtenstein, L., Vorlesungen über einige Klassen nichtlinearer Integralgleichungen und Integro-Differentialgleichungen. Von G. Hamel. 762.
Liesegang, R., s. Fleischer, R.
Lindner, W., s. Matschoß, C.
List, F., s. Punga, F.
Lummer †, O., s. Decker, H.
— O., s. Valentiner, S.
Lutz, O., pℬ-Tafel, Tabellen und Diagramme zur thermischen Berechnung der Verbrennungskraftmaschinen. Von A. E. Thiemann. 952.

Mack, K., Geometrie der Getriebe. Von Kniehahn. 1203.
Maier-Leibnitz, H., Der Industriebau. Von A. Hettler. 927.
Malkin, I., s. Timoshenko, S.
Matschoß, C., u. W. Lindner, Technische Kulturdenkmale. Von G. H. Winkler. 715.
Meissner, E., Graphische Analysis vermittelst des Linienbildes einer Funktion. Von H. Kafka. 1155.
Meller, K., Elektrische Lichtbogenschweißung. Herausg. v. W. Philippi. Von J. C. Fritz. 856.
Messkin, W. S., u. A. Kußmann, Die ferromagnetischen Legierungen. Von E. J. Kurz. 762.
Meyer-Jagenberg, G., s. Kurrein, M.
Mie, G., Handbuch der Experimentalphysik, Bd. 11, Tl. 1. Herausg. v. W. Wien †, F. Harms u. H. Lenz. Von K. Küpfmüller. 1059.
Möbius, P., Die Neon-Leuchtröhren. Von F. Born. 762.
Möller, H. G., s. Decker, H.
Moeller, F., u. G. Bolz, Leitfaden der Elektrotechnik. Herausg. v. G. Bolz, F. Moeller u. Th. Werr. Von K. Hoerner. 1250.

Ostertag, P., Kälteprozesse. Von A. Zinzen. 1155.
Ostwald-Luther, Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen. Herausg. v. C. Drucker. Von K. Arndt. 1083.

Pfleiderer, C., Die Kreiselpumpen. Von P. Ostertag. 927.
Philippi, W., s. Meller, K.
Poole, H. E., Switchgear Practice. Von H. Besold. 835.

Digitized by Google

Preger, E., Spangebende Formung der Metalle in Maschinenfabriken durch Werkzeuge und Werkzeugmaschinen. Von A. Witt. 1251.

Punga, F., Jurist oder Ingenieur? Herausgeg. v. F. List u. C. H. Henco. Von Kahle. 1155.

Rauh, K., Praktische Getriebelehre. Von Kniehahn. 903.

Rini, P. S., Les Mesures Absorbomicrométriques. Von W. Bauer. 1131.

Rückwardt, H., Selbstkostenberechnung elektrischer Arbeit. Von B. Thierbach. 951.

Rüdenberg, R., Elektrische Hochleistungsübertragung auf weite Entfernung. Von A. Schwaiger. 1082.

Rung, W., Tafeln zur Berechnung von Hochspannungsleitungen bis 1000 km Länge nebst kurzer Theorie. Von Bütow. 667.

Schimpke, P., Die neueren Schweißverfahren. Von J. C. Fritz. 668.

Schleicher, M., Die elektrische Fernüberwachung und Fernbedienung für Starkstromanlagen und Kraftbetriebe. Von G. Hilpert. 1106.

Schlomann, A., Hoyer-Kreuter, Dictionnaire Technologique. Von G. H. Winkler. 1203.

Schmidt, R., s. Eggert, J.

Schröter, F., Handbuch der Bildtelegraphie und das Fernsehens. Von F. Kirschstein. 1250.

Schulz, E., Öffentliche Heizkraftwerke und Elektrizitätswirtschaft in Städten. Von H. Rückwardt. 1035.

— W., Elektrische Heizeinrichtungen für Industrie und Gewerbe. Von V. Paschkis. 667.

Schwandt, E., Lautsprecher für Tonfilmwiedergabe. Von J. Mayer. 739.

Simon, E., s. Lachmann, K.

Teichmann, H., s. Fleischer, R.

Thum, A., u. W. Buchmann, Dauerfestigkeit und Konstruktion. Von A. Lang. 1179.

Timoshenko, S., Schwingungsprobleme der Technik. Deutsch v. I. Malkin u. E. Helly. Von Horst Müller. 1083.

Tropper, H., s. Berg, E. J.

Uhlig, H., Erläuterungen zu den Vorschriften nebst Ausführungsregeln für elektrische Bahnen. Von Mattersdorff. 691.

Valentiner, S., O. v. Auwers u. H. Herrmann, Müller-Pouillets Lehrbuch der Physik. Herausg. v. A. Eucken, O. Lummer † u. E. Waetzmann. Von J. Wallot. 715.

— S., s. Decker, H.

Vas, O., Grundlagen und Entwicklung der Energiewirtschaft Österreichs. Von J. Ornig. 1178.

Waetzmann, E., s. Decker, H.

— E., s. Valentiner, S.

Werr, Th., s. Moeller, F.

Wetjen, K., u. H. Kedenburg, Wärmelehre und Wärmewirtschaft. Von A. Bachmair. 1276.

Wien †, W., s. Mie, G.

Wigand, R., Die Praxis der automatischen Lautstärkeregelung und Fadingkompensation. Von M. Bäumler. 878.

Woelk, J., Wähleramt und Wählervorgang. Von Schramm. 856.

Zellner, J., s. Arndt, K.

IV. Vereinsnachrichten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Kommissionen und Ausschüsse.

(Änd. = Änderungen und Nachträge zu früheren Entwürfen und bestehenden Bestimmungen. Entw. = vollständiger Abdruck von Entwürfen.)

Bekanntmachung betr. Auflösung der Kommissionen, Unterkommissionen, Ausschüsse, Arbeitsgruppen u. dergl. des Verbandes. 1249.

Kommission für Drähte und Kabel.

VDE 0250 „Vorschr. f. isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V. I. L." Änd. 735.

Kennzeichnung isolierter Leitungen. 945.

Kommission für Errichtungsvorschriften I.

VDE 0128/1933 „Reg. f. Leuchtröhrenanl. u. Leuchtröhrengeräte". Schlußentw. 1126.

VDE 0170/1933 „Vorschr. f. d. Ausf. schlagwettergeschützter elektr. Maschinen, Transformatoren und Geräte V. S. S." Entw. 686. Schlußentw. 1222.

Kommission für Errichtungsvorschriften II.

VDE 0101/1930 „Vorschr. nebst Ausf.-Reg. f. d. Err. v. Starkstromanl. m. Betriebsspann. v. 1000 V u. darüber V. E. S. 2". Änd. 1032.

VDE 0128/1933 „Reg. f. Leuchtröhrenanl. u. Leuchtröhrengeräte". Schlußentw. 1126.

VDE 0170/1933 „Vorschr. f. d. Ausf. schlagwettergeschützter elektr. Maschinen, Transformatoren und Geräte V. S. S.". Entw. 686. Schlußentw. 1222.

Kommission für Freileitungen.

VDE 0210/1930 „Vorschr. f. d. Bau v. Starkstrom-Freileitungen V.S.F.". Änd. 1274.

Kommission für Handgeräte.

VDE 0715/1928 „Vorschr. f. Christbaumbeleuchtungen". Änd. 687. Änd. 926.

Kommission für Installationsmaterial.

VDE 0610/1928 „Vorschr., Regeln u. Normen f. d. Konstr. u. Prüf. v. Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I.". Änd. 855.

Kommission für Isolierstoffe.

VDE 0322 „Leitsätze für die Bewertung und Prüfung von Hartgummi". Entw. 1152.

Kommission für Rundfunkstörungen.

VDE 0873 „Leits. f. Maßnahmen an Leitungsanl. z. Verminderung v. Hochfrequenzstörungen in Rundf.-Empfanganl.". Entw. 945.

VDE 0874 „Leits. f. Maßnahmen an Masch. u. Ger. z. Verminderung v. Hochfrequenzstörungen in Rundfunk-Empfangsanl.". Entw. 946.

Ausschuß für Schaltbilder.

Normblatt DIN VDE 707 „Schaltzeichen und Schaltbilder f. Starkstromanl. Bezeichn. v. Hilfsleitungen in Schaltanl." Erläuterungen. 666.

Normblätter.

DIN VDE 500 „Werkstoffe. Halbzeug aus Kupfer für Elektrotechnik. Technische Lieferbedingungen". 712.

DIN VDE 707 „Schaltzeichen u. Schaltbilder f. Starkstromanl. Bezeichn. v. Hilfsleitungen in Schaltanl.". Erläuterungen. 666.

Neu erschienene DIN VDE-Normblätter. 902.

Prüfstelle des VDE.

Installationsselbstschalter. 761. 1201.

Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens. 783. 809. 902. 1201.

Firmenkennfäden für isolierte Leitungen. 855. 1105.

Sparpatronen mit dem VDE-Zeichen. 1154.

Jahresversammlung.

XXXVI. Jahresversammlung. 1177.

Verschiedenes.

Bekanntmachung betr. Inkrafttreten von Bestimmungen. 667.

Deutscher Ausschuß der CIGRE. 7. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz in Paris. 712.

Neu erschienene VDE-Arbeiten. 901.

Kennzeichnung isolierter Leitungen. 945. 1274.

Die VII. Internationale Hochspannungskonferenz in Paris 1933. H. Feiner. *1013. *1045. *1062.

Der Grundstein zum Neuaufbau der Technik. Entschließung der Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit. 1080.

Eingliederung des VDE in die Deutsche Arbeitsfront. 1105.

VDE-Mitgliedsbeitrag für 1934. 1126. 1133.

Deutscher Ausschuß der CIGRE. 1151.

Einladung zum Vortrage C. Matsohoß. „Mit dem Zeppelin nach Südamerika", Reiseeindrücke eines deutschen Ingenieurs. 1177.

Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit in der Deutschen Arbeitsfront, betr. Aufnahmesperre sowie die spätere Auflösung der Verbände. 1201.

Satzung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker E. V. 1247. B. 1273.

Bekanntmachung betr. Doppelmitgliedschaft. 1246.

Arbeitsfront und Reichskammer der Technik. 1273.

Elektrotechnischer Verein.

Einladungen.

Ordentliche Sitzungen. 925. 1057. 1150. 1222.

Außerordentliche Sitzung. 1125.

Fachsitzungen für elektrisches Nachrichtenwesen (EVN). 1031. 1106.

Fachsitzung für Elektro-Maschinenbau (EVM). 1177.

Besichtigung der Hinz-Fabrik G. m. b. H. Bürobetriebs-, Verwaltungs-Organisation und Einrichtung. 926.

Besichtigung der Rotophot Aktiengesellschaft für graphische Industrie. 1058. 1106.

Besichtigung des Schalt- und Gleichrichterwerkes Markgrafendamm. 1201.

Gesellschaftsfahrt zum Besuch der Elektrowärme-Ausstellung in Essen. 686.

Wohltätigkeitsfest der Technik. 944. 1058.

Sitzungsberichte.

26. IX. 1933. 1031.

31. X. 1933. 1151.

28. XI. 33. 1249.

Digitized by Google

Vorträge.

Vortragsreihe des Elektrotechnischen Vereins in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule, Berlin, über das Thema „Das Weltfernsprechen". 1031. 1080.

— über das Thema „Die Physik und Technik der Gasentladungen". 1274.

Biermanns, J., Die Aufgaben des heutigen Transformatorenbaues. *717. *767.

Feldtkeller, R., Trägerfrequenztelephonie auf mehreren Doppelleitungen desselben Gestänges. *1017.

Hoffmann, A. E., Neue Wege der Fernsprech-Nebenstellentechnik. *931.

Kyser, H., Die Saaletalsperre. *669. *697.

Schneider, Pflege und Überholung von Generatoren, Transformatoren und Schaltanlagen in Großkraftwerken. *837. *863.

Schult, H., Kennzeichen des Kraftwerksbaues in der Nachkriegszeit. *881. *915.

Verschiedenes.

Bibliothek des EV. 666. 901.

Rückblick auf die wichtigsten Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrotechnik im Jahre 1932. 806.

Bekanntmachung betr. Gastkarten zum Besuche der Vorträge usw. des Elektrotechnischen Vereins. 1150.

Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen (AEF).

Rundfrage „Was ist Gewicht?" Wallot. 735.

Normblatt DIN 1304 „Formelzeichen". 736.

Normblatt DIN 1302 „Mathematische Zeichen". 737.

— Erläuterungen dazu. 738.

Vorsätze zur Bezeichnung der Vielfachen und Teile von Einheiten. 739.

— Erläuterungen dazu. 739.

Entwurf 37. Benennungen in der Akustik. 783.

Entwurf 48. Temperaturbezeichnungen. 784.

Entwurf 49. Namen für die wichtigeren Arten des elektrischen Stromes und der elektrischen Spannung. 784.

Entwurf 50. Elektrische Eigenschaften gestreckter Leiter. 806.

Entwurf 51. Bezeichnungen der dielektrischen Verluste. 809.

Entwurf 52. Formen der elektrischen Gasentladungen. 831.

Entwurf 53. Normalzustand. 852.

Entwurf 54. Empfindlichkeit und Genauigkeit. 853.

Entwurf 55. Zähigkeit. 855.

Andere Vereine des VDE und fremde Vereine und Verbände.

Sitzungskalender. 667. 834. 855. 876. 902. 951. 972. 1033. 1058. 1081. 1106. 1129. 1154. 1177. 1201. 1227. 1274.

25 jähriges Bestehen der Hessischen Elektrotechnischen Gesellschaft Darmstadt. 972.

Gleichschaltung in der VdEW. 711.

Hauptversammlung der Vereinigung der Elektrizitätswerke, Essen 1933. 874.

Einheitsverband der Elektro-Installateure. 782.

Die Einigung im Deutschen Installationsgewerbe vollzogen. 858.

Vereinigung der niederrheinisch-westfälischen Arbeitgeberverbände. 925.

Auflösung der ISKE. 1057.

Gründungsversammlung des Reichsfachverbandes der elektrotechnischen Industrie. 1147. 1149.

Neuordnung in der elektrotechnischen Spezialindustrie. 1149.

Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit. 681.

Der Grundstein zum Neuaufbau der Technik. Entschließung der Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit. 1080.

Verband Deutscher Wirtschaftsingenieure. 831.

Kampfbund DAI. 1030.

Verein Beratender Ingenieure. 1221.

16. Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde. A. Przygode. 1056.

Gründung her Fachgruppe „Tiefbohren, Fördern, Gewinnen." 1149.

Der 9. deutsche Physiker- und Mathematikertag in Würzburg, 17. bis 22. IX. 1933. E. Lübcke. 1190.

Die Herbsttagung der deutschen Gesellschaft für Erdölforschung. P. Niemann. 1245.

Auszug aus dem Jahresbericht 1931/32 des Oberschlesischen Überwachungsvereins zu Gleiwitz. 710.

50jähriges Jubiläum der Société française des Électriciens. 1123.

Zusammenschluß französischer Funkverbände. 1273.

Jahresversammlung des Verbandes der Erzeuger und Verteiler elektrischer Energie in Rumänien. 1271.

V. Geschäftliche Mitteilungen.

Außenhandel.

— **Britisch-Indien.**

Vergrößerte elektrotechnische Erzeugung in Britisch-Indien. 1200.

— **Dänemark.**

Lieferungen der dänischen Elektroindustrie für Niederländisch-Indien. 831.

— **Deutschland,** Elektro-Außenhandel, 1. Halbjahr 1933: 787; 3. Quartal 1933: 1131.

Druckgasschalter für das Ausland. 756.

— **England,** Elektrotechnischer Außenhandel (März 1933) 692; (April/September) 1228.

— **Frankreich,** Elektroaußenhandel 1932. 668.

— **Rußland,** Elektrotechnischer Außenhandel 1931. 836.

Russischer Wettbewerb auf dem Schwachstromgebiet? 1200.

— **Schweden,** Elektrotechnischer Außenhandel 1932. 904.

Dnjepr-Aluminiumkombinat. 783.

Elektrofront für Pommern. 1124.

Elektroindustrie und Elektrowirtschaft (s. a. Jahresberichte, Jahresabschlüsse, Wirtschaftsbelebung).

— **Allgemeines.**

Vergebung von Vertretungen durch Industriefirmen. 668.

Die schwedische Elektroindustrie im Jahre 1932. 716.

12. Technische Tagung des Deutschen Braunkohlen-Industrie-Vereins. 733.

Die deutsche Elektroindustrie im 2. Vierteljahr 1933: 812; im 3. Vierteljahr 1933: 1107.

Die deutschen Elektroaktiengesellschaften im Jahre 1932. 976.

Reichsfachverband der elektrotechnischen Industrie (R. F. E.). 1107.

Neuordnung in der elektrotechnischen Spezialindustrie. 1149.

Die Investitionen der deutschen Elektrizitätsversorgung 1928 ··· 1931. 1156.

Die Investitionen der elektrotechnischen Industrie 1929/1931. G. Plum. 1204.

Günstiges Geschäft in Radiogeräten. 1272.

— **Glühlampenindustrie u. -geschäft.**

Zusammenschluß in der Glühlampenindustrie. 782.

Glühlampen- und Radioröhren-Fabrikation in Ungarn. 971.

Glühlampenfabrikation in Bulgarien. 1030.

N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven/Holland, im Geschäftsjahr 1932. 1060.

Die japanische Glühlampenoffensive. A. Friedrich. *1095.

Errichtung einer Glühlampenfabrik in Rumänien. 1105.

Beschränkung der Schwachstromlampen-Herstellung. 1124.

Zur Patentlage in der deutschen Glühlampenindustrie. H. Lux. *1181.

Polnische Glühlampen-AG. „Osram", Warschau. 1200.

Glühlampenfabrikation in Estland. 1221.

Fabrik für elektrische Apparate und Glühlampen in Ägypten. 1221.

Der tschechoslowakische Glühlampenmarkt. 1276.

— **Isolierrohrindustrie** und Elektrogroßhandel. 756.

— **Brown, Boveri & Cie.** AG., Baden (Schweiz) im Geschäftsjahr 1932/33. 856.

— **Elektrische Licht- und Kraftanlagen AG.** 1125.

— **Faradit Rohr- und Walzwerke AG,** Gründung der —. 1221.

— **Krogsgaard & Becker,** Jubiläum. 1081.

— **Pfalzwerke AG.,** Ludwigshafen a. Rh. 1150.

— **Philips**-Neugründung in der Schweiz. 734.

— **Preußische Elektrizitäts-AG.** 1125.

— **Siemens-Konzern.**

Neuer irländischer Auftrag für SSW. 852.

Siemens-Reiniger-Werke AG. 1080.

Organisatorische Änderungen innerhalb der polnischen Siemens-Werke. 1105.

— **„Sofina",** Die — im Jahre 1932. 692.

— **Telefunken.**

Ergänzung des Telefunken-Vorstandes. 756.

Hexode. 1057.

— **Westinghouse** erwirbt Bensonkessel-Lizenz für Amerika. 1080.

Finanzierungshilfen bei Neuanlagen, Reparaturen und Erweiterungen für Hausbesitzer und Mieter. 1083.

Geschäftswelt, Aus der —. 812. 904. 1060. 1084. 1228.

Jahresabschlüsse, Aus den — deutscher elektrotechnischer Gesellschaften.

Adt, Gebr., AG. 879.

Akkumulatoren-Fabrik AG. 1252.

Allgemeine Elektricitäts-Ges. 763.

Aronwerke Elektrizitäts AG. 1084.

Deutsche Elektrizitätswerke zu Aachen, Garbe, Lahmeyer & Co., AG. 879.

Deutsche Kabelwerke AG. 928.

Deutsche Telephonwerke und Kabelindustrie AG. 763.

Hackethal Draht- und Kabelwerke AG. 928.

Hartmann & Braun AG. 1252.

Ideal-Werke AG. für drahtlose Telephonie, Berlin. 1084.

Kabelwerk Rheydt AG. 928.

Lorenz, C., AG. 879.

Mix & Genest AG. 879.

Norddeutsche Kabelwerke AG. 928.

Digitized by Google

Radio-AG., D. S. Loewe. 1084.
Robert Bosch AG. 1251.
Süddeutsche Telefon-Apparate-, Kabel- und Drahtwerke AG. 763.
Telephonfabrik Berliner AG. 1084.
Vogel, C. J., Draht- und Kabelwerke AG. 763.
Voigt & Haeffner AG. 1252.

Jahresabschlüsse, Aus den — deutscher Elektrizitäts-Holdinggesellschaften.
Elektricitätslieferungsgesellschaft. 1179.
Elektrizitäts-AG., vorm. Schuckert & Co. 1179.
Elektrische Licht- und Kraftanlagen AG. 1179.
Gesellschaft für elektrische Unternehmungen, Ludwig Loewe & Co. AG. 1179.

Jahresberichte, Aus den — deutscher Elektrizitätswerke.
Badische Landeselektrizitätsversorgung AG. Badenwerk. 923.
Bayernwerk. AG. 1174.
Großkraftwerk Franken AG. 1174.
Großkraftwerk Mannheim AG. 923.
Großkraftwerk Württemberg AG. 923.
Kraftübertragungswerke Rheinfelden. 923.
Lech-Elektricitätswerke AG. 1174.
Main-Kraftwerke AG. 1174.
Mittlere Isar-AG. 1174.
Neckar AG. 1174.
Neckarwerke AG. 923.
OEW Bezirksverband Oberschwäbische Elektrizitätswerke. 923.
Pfalzwerke AG. 923.
Städtisches Elektrizitätswerk Stuttgart. 1174.
Vereinigte Saar-Elektrizitäts-AG. 923.
Walchenseewerke Elektricitäts-AG. 1174.
Württembergische Landes-Elektrizitäts-AG. 923.
Württembergische Sammelschienen-AG. 1174.

Metallpreise (2. Vierteljahr 1933) 739; (3. Vierteljahr 1933). 1108.
Neuordnung der Wirtschaft s. Abt. A I, Ständischer Aufbau.
Radio-Lizenz-Abkommen mit der französischen Funkindustrie. 1125.
Schnellnachrichtenkonzerne, amerikanische — im Jahre 1932. 1035.

Wirtschaftsbelebung (s. a. Arbeitsbeschaffung in Abt. A I).
Belebung bei der amerikanischen Westinghouse Electric & Mfg. Co. 831.
Geschäftsbelebung bei der Mix & Genest AG. 876.
Steigender Westinghouse-Absatz. 925.
Ankurbelung des Elektrogewerbes als Schlüsselindustrie. 925.
Steigender Stromverbrauch Berlins. 971.
Auftragsteigerung bei Sachsenwerk Licht- und Kraft AG., Niedersedlitz. 1030.
Deutsche Kabelwerke AG., Berlin. 1030.
Neue Bahnaufträge. 1057.
Aufträge der Reichspost. 1079.
Verbesserter Geschäftsgang bei der Porzellanfabrik Kahla. 1079.
Wirtschaftbelebung bei der Berliner Kraft- und Licht-AG. 1079.
Auftragsbelebung bei der C. Lorenz AG. 1105.
Elektrofront für Pommern. 1124.
Absatz von Radiogerät bei Telefunken. 1125.
Auftragsbelebung bei Voigt & Haeffner AG., Frankfurt a. M. 1125.
Gründungsversammlung des Reichsfachverbandes der elektrotechnischen Industrie. 1147. 1149.
400 000 Volksempfänger. 1149.
Ludwig Baugatz & Co., Kondensatoren-Fabrik G. m. b. H. Berlin-Neukölln. 1200.
Erhöhter Stromabsatz der Reichselektrowerke. 1221.
500 000 Volksempfänger. 1221.

Digitized by Google

B. Namenverzeichnis.

Die Verfasser von Büchern sind nicht in diesem Verzeichnis, sondern unter Abteilung A III des Sachverzeichnisses aufgeführt. Persönliche Nachrichten siehe unter Abteilung A II des Sachverzeichnisses.

Zeichenerklärung: * = größerer Aufsatz. — Brf. = Brief an die Schriftleitung. — B. = Berichtigung. — Vortr. = Vortrag. Bespr. = Besprechung. — Alle Zeichen stehen vor der Seitenzahl.

Die Umlaute ä, ö, ü und ae, oe, ue sind wie die einfachen Laute a, o, u behandelt; Worte mit Umlauten sind den gleichartigen Worten mit einfachen Lauten nachgestellt.

Abel, K., Die elektrischen Anlagen der neuen Kohlenwäsche der Harpener Bergbau AG. in Recklinghausen. *905.

Adolph, J., Verbesserungen der Kleinverteilung in der deutschen Elektrizitätswirtschaft. *1207.

Agricola, A., Messung kleiner elektrodynamischer Kräfte mit dem Kondensatormikrophon. 1171.

Aigner, V., Das Verhalten gestreckter Erder bei Stoßbeanspruchung. *1233.

Albert, A. L., u. W. R. Bullis, Elektrische Bestimmung der Schallabsorption durch Baustoffe. 1073.

Alvensleben, K., Physiologie und Technik der elektrischen Betäubung. Vortr. *741. Bespr. 757.

Andrews, R. H., Die Erweiterungsbauten des Kraftwerks Saint Denis. 918.

Armknecht, O. (Rezens.), Der elektrische Oberleitungs-Omnibus. 1178.

Arndt, K. (Rezens.), V. Engelhardt, Handbuch der technischen Elektrochemie. 739.

— K. (Rezens.), Ostwald-Luther, Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen. 1083.

Arnold, A. G., Die Tarifformen. Brf. 811.

— A. H. M., Ein Spannungswandler zur Messung kleiner Spannungen. 895.

Atorf, G., Zeitliche Desakkommodation kleiner symmetrischer und unsymmetrischer Hystereseschleifen. 1197.

Austin, A. O., Verbesserte Schutzfunkenstrecke. 1147.

Bachmair, A. (Rezens.), G. Haberland, Wärmemechanik. 1227.

— A. (Rezens.), K. Wetjen u. H. Kedenburg, Wärmelehre und Wärmewirtschaft. 1276.

Bachmann, C., Öffentliche Elektrizitätswirtschaft im Versorgungsgebiet der Provinz Schlesien. *772.

Balbo, L., Neue Akkumulator-Triebwagen für Straßen- und Kleinbahnen. 1145.

Balke, H., Nockenschalter der AEG für Gleichstrom-Fahrzeuge. 1075.

— Nocken-Reihenparallelschalter. 1097.

— Leistungschütze für Gleichstromfahrzeuge. 1146.

Baltz, W. E., Elektrische Antriebe der Maschinen der Faserstoffindustrie. *995. B. 1036.

— W. E., Zur Frage der Bauart eines betriebsicheren Webstuhlschalters. 1243.

Barkhausen, H., u. U. Steudel, Lautstärke von Geräuschen und Lautstärkemessung. 1102.

Barlow, H. M., Messung kleiner Kapazitäten. 804.

Bauer, H. Der elektrische Antrieb in Hüttenwerken. *1008.

— W. (Rezens.), L. Hopf, Die Relativitätstheorie. 903.

— W. (Rezens.), F. Auerbach u. W. Hort, Handbuch der physikalischen und technischen Mechanik, Bd. 4, 2. Hälfte. 1060.

— W. (Rezens.), P. S. Rini, Les Mesures Absorbomicrométriques. 1131.

Bäumler, M. (Rezens.), R. Wigand, Die Praxis der automatischen Lautstärkeregelung und Fadingkompensation. 878.

Bay, C. H. (Rezens.), Underground Systems Reference Book. 714.

Beck, E., Rückblick auf die Elektrowärme-Ausstellung Essen. *1157.

Becker, G. (Rezens.), A. R. Glardon, Die deutsche Elektroindustrie und der Absatz ihrer Erzeugnisse in der Nachkriegszeit. 1155.

Beetz, W., Beachtenswertes beim Anschluß von Meßgeräten an Stromwandler. *1092.

Belani, E., Die Verwertung von Rohsalz durch das Siemens-Billiter-Verfahren. 1049.

Bergmann, A., Schutztransformatoren für Backofenbeleuchtung. 894.

— L., Eine neue Selen-Sperrschicht-Photozelle und ihre Verwendung als photoelektrisches Relais. 867.

Besig, F., Untersuchung über elektrolytische Korrosion durch Streuströme. 1269.

Besold, H. (Rezens.), H. E. Poole, Switchgear Practice. 835.

— H., Motorschutz. *983.

Biermanns, J., Die Aufgaben des heutigen Transformatorenbaues. Vortr. *717. *767.

Binder, L., Koronaverluste bei hoher Gleichspannung. Brf. 1275.

Bingel, R., Elektrische Antriebe, Geleitwort. *977.

Bitter, Dieselmotor und Elektromotor. 845. 943.

Bogoiavlensky, L. N., Der Einfluß geophysikalischer Faktoren auf die Einschlagstellen des Blitzes. 828.

Böhm, H., Selbsttätige Batterie-Ab- und Zuschaltung durch Kippdrossel bei Trockengleichrichtern. *1037.

Bohnhoff, Signalschaltung in der Abbaubeleuchtung und ihre Vorteile. 1076.

Boekels, H., Eine neue Bauart des Kathodenoszillographen. 970.

— H., Ventilgleichrichteranlagen für sehr hohe Gleichspannungen. 1220.

Böning, P., Sichtbarmachung von Äquipotentiallinien im elektrischen Feld. 1055.

— P., Der Einfluß kolloiddisperser Stoffe auf die Durchschlagspannung isolierender Flüssigkeiten. 1122.

Born, F. (Rezens.), P. Möbius, Die Neon-Leuchtröhren. 762.

— F., Die Internationale Seezeichenkonferenz in Paris. *1254.

Brandt, H., s. Pohl, R.

Braunmühl, H.-J. v., u. W. Weber, Nichtlineare Verzerrungen von Mikrophonen. *1068.

Brockmann, C., s. Cook, S. S.

Buchwald, H., Polaritätsunterschied der Luft-Durchschlagspannungen und seine Verwendung beim Gleichrichter für sehr hohe Spannungen. 942.

Buff, C. T., Der Ausbau der industriellen Elektrowärmeanwendung als volkswirtschaftliche Aufgabe. *653.

Bullard, W. R., s. Pearson, E. F.

Bullis, W. R., s. Albert, A. L.

Burger, O. (Rezens.), H. Kyser, Die elektrische Kraftübertragung. 877.

— O., Erweitertes Betriebsdiagramm für Kraftübertragungen. *823.

Burrows, C. R., s. Schelleng, J. C.

Busch, J., Ein neuer auch als Wattmeter verwendbarer Prüfzähler. *1261.

Buss, K., Der Stufendurchschlag. 851.

— K., Die elektrodenlose Entladung nach Messung mit dem Kathodenoszillographen. 968.

Bütow, W. (Rezens.), W. Rung, Tafeln zur Berechnung von Hochspannungsleitungen bis 1000 km Länge nebst kurzer Theorie. 667.

Buttler, K. (Rezens.), Mitteilungen aus dem Reichspostzentralamt. 811.

Caldier, G., Über den direkten und indirekten Anschluß von Kohlenstaubanlagen an Dampfkessel. 828.

Cammerer, I. S., u. H. Krause, Die Wirtschaftlichkeit elektrischer Raumheizung — eine Frage der Wandkonstruktion. *652.

Digitized by Google

Čapek, A., Der Sofortbetrieb im Fernverkehr und das vereinigte Melde- und Fernplatz-Verfahren. Forts. *705. *774. *815.

Celis, P., Die Lage der Elektrizitätswirtschaft in Belgien. *889.

Cherry, R. N., Elektrisch geheizte Verzinkungsöfen. 664.

Clark u. Kendall, Ein Schleifenversuch mit Trägerstromtelephonie in unbespulten Fernkabeln. 969.

— S. B., s. Pearson, E. F.

Claußnitzer, J., Über die Toeplersche Knickstelle im Verlauf der Anfangsspannung bei der Funkenbildung. *911.

Clemens, O., Das Ätznatron-Element. Brf. 1034.

Cook, S. S., u. C. Brockmann, Fortschritte in Fahrzeug-Transformatoren. 940.

Crotti, A., Die Anwendung der Peilung in der Luftfahrt unter besonderer Berücksichtigung der Ausbildung des Bodenpeilnetzes. 1077.

Dalchau, J., Ein einfaches Verfahren zur Auswertung von Registrierstreifen. Brf. 926.

D'Ans, J. (Rezens.), Technisch-wissenschaftliche Abhandlungen aus dem Osram-Konzern. 667.

Decker, H., Der asynchrone, synchrone und synchronisierte Einphasen-Dreiphasen-Umformer. 895.

Dettmar, G., Entwicklung und Aussichten der Elektrowärmetechnik. *645.

— G., Neues Verfahren zur Messung der mittleren Unebenheit von Kochplatten und Topfböden. *1216.

Dieterlein, H. (Rezens.), Union des Syndicats de l'Électricité, Annuaire 1933. 1251.

Dillge, H., Plastische Musikwiedergabe. 1218.

Dörfel, A., Elektrohydraulisches Gerät „Eldro". 825.

Drekopf, Untersuchungen über die Zündung von Brückenzündern durch beliebige Ströme und die sich daraus ergebenden Anforderungen an elektrische Zündmaschinen. 870.

Dunlap, M. E., s. Suits, C. G.

Eaton, O., Leichte und bruchsichere Anfahrwiderstände für Bahnzwecke. 941.

Edler, H., Berechnung des Anfachmechanismus von Schwingungen bei einer Elektronenröhre in Barkhausen-Kurz-Schaltung. 1197.

— R., Beitrag zur Berechnung eisenloser Banddrosselspulen. 1097.

Eger, G. (Rezens.), H. Falkenhagen, Elektrolyte. 714.

— G., Die elektrolytische Kupfergewinnung, insbesondere der Zinnwerke Wilhelmsburg G. m. b. H. zu Harburg-Wilhelmsburg. 779.

— G. (Rezens.), A. Kuhn, Wörterbuch der Kolloidchemie. 1227.

Elbel, K. (Rezens.), K. Laubersheimer, Der Elektrotechniker-Lehrling. 812.

— K. (Rezens.), Technik voran! 1227.

Energieversorgung Groß-Dresden AG., Wasserbauten für die Elektrizitätswirtschaft als Notstandsarbeiten. Brf. 786.

Faßbender, H., Jahresbericht der Abteilung für Elektrotechnik und Funkwesen der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, E.V., Berlin-Adlershof. *885.

Fehr, W., u. W. Hubmann, Leitfähigkeits- und Verlustwinkelmessungen von Papierkondensatoren bei zusätzlicher Belastung mit Hochfrequenzströmen. *819.

Fein, H., Die elektrische Ausrüstung der Elektrowerkzeuge. *1003.

Feiner, H., Die Ursachen von Nebensprechstörungen in Fernsprechkabeln. 848.

— H., Die VII. Internationale Hochspannungskonferenz in Paris 1933. *1013. *1045. *1062.

Feldtkeller, R., Trägerfrequenztelephonie auf mehreren Doppelleitungen desselben Gestänges. Vortr. *1017.

Ferrel, E. B., s. Schelleng, J. C.

Fèvre, L., Ein statistischer Bericht zur Elektrisierung der französischen Landgemeinden. 1053.

Feyerabend, E., Das hundertjährige Jubiläum der elektrischen Telegraphie. *1109.

Fischer, Horn, Küster, Kolonit, ein neuer Kunststoff aus Kohle für Gebrauchsgegenstände. 829.

Franke, E., Neuerungen auf dem Gebiete der magnetischen und elektrischen Schweißnahtprüfung. *659.

Franken, H., Die Leistungsverminderung von Schaltgeräten mit der Schalthäufigkeit. *1163.

Frantz, G. (Rezens.), Regeln für Abnahmeversuche an Rückkühlanlagen. 1107.

Fränz, K., Der Stabilisator als Zeitmarkengeber für Schleifenoszillographen. 938.

Friedmann, A., Der Spannungsabfall in Dreiwicklungstransformatoren. *1193.

Friedrich, A., u. B. Thierbach, Die Kapitalstruktur der deutschen Elektrizitätswirtschaft. *800.

— A., u. B. Thierbach, Gegenwartsaufgaben der deutschen Elektrizitätspolitik. *912.

— A., Die japanische Glühlampenoffensive. *1095.

Fritz, J. C. (Rezens.), P. Schimpke, Die neueren Schweißverfahren. 668.

— J. C. (Rezens.), K. Meller, Elektrische Lichtbogenschweißung. 856.

— J. C. (Rezens.), K. Haas, Ausgewählte Schweißkonstruktionen. 926.

— J. C. (Rezens.), E. Höhn, Über den Spannungszustand und die Festigkeit von Kehlnähten. Über die Wirkung von Blasen und Kerben von autogen und elektrisch geschweißten Nähten. 1154.

— J. C. (Rezens.), A. Gregor, Der praktische Stahlhochbau. 1203.

Frommer, J. v., Die Berechnung von Vorschaltwiderstand und Stromquelle für Stabilisatorröhren. *839.

Frühauf, H., Dämpfungsmessung an Spulen mit Eisenkern bei Hochfrequenz. 1054.

Fryze, S., In einem Mehrphasensystem übertragene Ströme und Spannungen. 1102.

Fucks, W., u. H. Weyrauch, Verschärfung stroboskopischer Messungen durch Verwendung kurzzeitiger Spannungstöße. 709.

— W., Zur Erklärung von Lichterscheinungen beim elektrischen Gasdurchschlag. 1078.

Gaertner, A., Elektrizität zur Verhütung von Bergschäden. 897.

Gaze, M., Der elektrische Antrieb von umlaufenden Maschinen (Kompressoren, Gebläsen usw.). *1000.

Geffcken, W., Ein Kompensationsmikrophon sehr kleiner Abmessung. 1101.

Gelbhaar, M., Schaltplan für Straßenbahn-Nockenschalter. *721.

Gercke, M., Dieselgeneratoren mit Abwärmeverwertung für die Eigenbedarfsanlagen von Dampf-Großkraftwerken. Brf. 974.

Gerold, E., Über die Magnetisierbarkeit von Mischkörpern. 685.

Gerstbach, J., Neue Meßeinrichtung für Erdungswiderstände. 1098.

Giebe, E., u. A. Scheibe, Über Leuchtresonatoren als Hochfrequenznormale. 710.

Giesbers, H., Dieselgeneratoren mit Abwärmeverwertung für die Eigenbedarfsanlagen von Dampf-Großkraftwerken. Brf. 974.

Gieß, H., Der Luzerner Wellenverteilungsplan. *660.

Geyger, W., Elektrische Integrierung wärmetechnischer Meßgrößen mit Widerstands-Fernsendern und spannungsunabhängigen Induktionszählern. 709.

— W., Messungen an spannungsunabhängigen Induktionszählern nach der Kompensationsmethode. 754.

— W., Ein neues Kompensationsverfahren zur elektrischen Fernübertragung von Zeigerstellungen. *1187.

— W., Neue elektrische Wärmemengenzähler. 1217.

Glaßer, H., Vorrichtung zur Überwachung elektrischer Anlagen auf Sprungwellen. 850.

Goedecke, Thermoelektrische Temperaturmessung. 1198.

Gollhofer, Schwenktraverse mit neuartiger Stoßdämpfung. 791.

Gorce, P. de la, Hochspannungs-Meßwiderstand. 682.

Görges, H., Schwungmoment und Trägheitsmoment in der Elektrotechnik. *1071. Brf. 1227.

Göschel, H., s. Marx, Erw.

Gosebruch, W., Wasserbauten für die Elektrizitätswirtschaft als Notstandsarbeiten. Brf. 786.

— W., Wann sind eigene dieselelektrische Kraftstationen in der Industrie wirtschaftlich berechtigt? 1242.

Gourjon, R., Eine neue italienische Elektromobilkonstruktion. 682.

Grabscheid, J., Der ohmsche Leistungsverlust in langen Fernleitungen. *726.

Graupner, H., Versuche zur elektrostatischen Konzentrierung von Kathodenstrahlen. 1219.

Greeff, G., Selbsttätige Schaltvorgänge an Leuchtröhren ohne bewegliche Schaltteile. 731.

Grondziel, Lichtsignale im Lokomotivbetrieb unter Tage. 1052.

Grube, W., Impulsverlängerung; die Verlängerung sehr kurzer Schaltzeiten auf solche von beliebiger Dauer. 1078.

Günther, L., 25 Jahre Selbstanschluß-Fernsprechbetrieb in Deutschland. *1253.

Gurewitsch, P., u. K. v. Pohl, Der Stand der Elektrizitätsversorgung der UdSSR. im Jahre 1932. *1138. *1168. *1184.

Guthmann, K., Die elektrische Gasreinigung. 755.

Habann, E., Der Schwingkristall und die Ursachen seiner Wirkungsweise. 1078.

— E., Der schwingende Kristall. 1219.

Haidegger, E., Die Energiewirtschaft des Deutschen Reichs. 1079.

Digitized by Google

Hamel, G. (Rezens.), L. Lichtenstein, Vorlesungen über einige Klassen nichtlinearer Integralgleichungen und Integro-Differentialgleichungen. 762.
— G. (Rezens.), R. Courant, Vorlesungen über Differential- und Integralrechnung. 878.
Hamilton, F. A., Versuche zur Bestimmung der Dämpfungscharakteristik von Synchrongeneratoren. 681.
Hamm, A., Die Elektrizitätswirtschaft der V. S. Amerika 1932. *1065. *1113.
Harms, D., Die Wärmeflüsse in den Rotoren der Turbogeneratoren. 847.
Harz, H., Neue Erregerschaltung für Netzkupplungsumformer und Regelsätze. *1117.
Hasché, E., Über einen neuen Röntgenbetrachtungskasten. *937.
Häußler, H., Ein einfaches Verfahren zur Auswertung von Registrierstreifen. Brf. 926.
Heiles, F., Zusätzliche Streuung in Transformatoren. *861.
Heinzelmann, H., Erdkabel für Bergschädengebiete. (Dehnungskabel.) *1048.
Hemstreet s. McEachron.
Hentschel, A., Elektrische Schrägförderung mit ganzen Zügen zwischen verschiedenen Fördersohlen. 781.
Hettler, A. (Rezens.), H. Maier-Leibnitz, Der Industriebau. 927.
Heuland, S., Der Miguetofen. 1025.
Heys, W. van, Das Wasserkraftwerk Ottmachau. *1088.
Higgins, N. B., Großes Mitteldruck-Wasserkraftwerk in den V. S. Amerika. 801.
Hilpert, G. (Rezens.), M. Schleicher, Die elektrische Fernüberwachung und Fernbedienung für Starkstromanlagen und Kraftbetriebe. 1106.
Hinkelmann, R., s. Meir, A.
Hochhäusler, P., Eine Vervielfachungsschaltung für Influenzmaschinen. *704.
— P., s. Holzer, W.
Hoffmann, A. E., Neue Wege der Fernsprech-Nebenstellentechnik. Vortr. *931.
Hollatz, W., Neuartige Zellenschaltung bei Akkumulatorenbatterien. *1264.
Holzer, W., u. P. Hochhäusler, Ein Hochspannungs-Meßkondensator einfacher Bauart. *913.
— W., Die Durchbruch-Feldstärke der Luft im gleichförmigen Felde bei Spannungstoß. 1055.
Höpfner, K., Das Fernmeldewesen im 2. Halbjahr 1932. *1205.
Hormann, E., Der Frequenzgang von Wechselstrom-Meßinstrumenten mit Trockengleichrichtern. 826.
Horns. Fischer.
Hoerner, K. (Rezens.), F. Moeller u. G. Bolz, Leitfaden derElektrotechnik. 1250.
Houtermans, F., s. Knoll, M.
Hruschka, A., Das Spullerseewerk. *929.
— A., Das Mallnitzwerk. *1041.
Hubmann, W., s. Fehr, W.
Hudec, E., Die Helligkeitssteuerung von Braunschen Röhren. 919.
Hull, E. H., Die Entwicklung einer geräuschisolierenden Grundplatte für Motoren. 1121.
Hueter, E., Transformatoren als Oberwellenerzeuger. *747.

Iliovici, A., Die Verbesserung des Stabstromwandlers für kleine Primärströme. Brf. 691.
Inge, L., u. A. Walther, Zwischengebiet zwischen Wärme- und rein elektrischem Durchschlag. 873.
Irwin u. Justin, Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Dampf- und Wasserkraftanlagen. 830.
Janovsky, W., Elektrische Musikinstrumente, ihre Wirkungsweise und Aufgaben. Vortr. *675. *727.
Josephs, H. J., s. Radley, W. G.
Jurden, W., Akkumulatorlokomotive im Grubenbetrieb. 1196.
Jurnau, M. L., Die Verwendung von Akkumulatorenbatterien auf Unterseebooten. 752.
Justin s. Irwin.

Kaden, H., Temperaturabhängigkeit von Meßgeräten mit Trockengleichrichtern. 1073.
Kafka, H. (Rezens.), E. Meissner, Graphische Analysis vermittelst des Linienbildes einer Funktion. 1155.
— H. (Rezens.), E. J. Berg, Rechnung mit Operatoren. 1203.
— H. (Rezens.), G. Kowalewski, Interpolation und genäherte Quadratur. 1228.
— H., Das Schattenkreuz-Meßgerät. Brf. 1275.
— H. (Rezens.), A. Curchod, Memento d'Electrotechnique. 1276.
Kahle (Rezens.), H. Joseph, Entscheidungen in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichensachen. 715.
— Das Reichsgericht zur Bezeichnung „Patentingenieur". 734.
— (Rezens.), Gruppeneinteilung der Patentklassen und Stichwörterverzeichnis. 763.
— (Rezens.), K. Klein, Der gesetzliche Schutz der freien technisch-wissenschaftlichen Berufe. 904.
— (Rezens.), H. Leinweber, Entscheidungskartei auf dem Gebiete des gewerblichen Rechtschutzes. 927.
— (Rezens.), A. Crombacher, Die wettbewerblichen Beschränkungen des technischen Angestellten nach Beendigung des Dienstverhältnisses. 1107.
— (Rezens.), F. Punga, Jurist oder Ingenieur? 1155.
— Patentanwaltsgesetz. Vom 28. IX. 1933. 1200.
— (Rezens.), G. Klauer, Patentanwaltsgesetz. 1204.
— Reichsgericht über Angestelltenerfindungen. 1246.
Kalisch, E., Untersuchung und Prüfung der Schweißnaht. 805.
Kammerloher, J., Neuzeitliche Anwendungen der Braunschen Röhre. *1019.
Kasperowski, O., die Strom- und Spannungsoberwellen im schlesischen Reichsbahnnetz. 969.
Kato, Y., u. T. Takei, Magnetische Eigenschaften von Zinkferrit. 1198.
Kautter, W., Die gegenseitige Einwirkung von Anoden- und Gitterkreisen in Verstärkern und Rundfunkempfängern. 922.
Keller, A., Präzisionsstromwandler. *1258.
Kendall s. Clark.
Ketnath, A., Über die Entfernung des im Transformatorenöl gelösten Wassers *1259.
Kette, G., Die Behörden-Sonderausstellungen auf der 10. Deutschen Jubiläums-Funkausstellung. *1085.
— G., Die Fernseh-Schau auf der Jubiläums-Funkausstellung in Berlin 1933. *1141.
Kiebitz, F. (Rezens.), The National Physical Laboratory. 1083.
Kind, H., Einige Beobachtungen beim Oszillographieren. Brf. 1274.
Kirschstein, F. (Rezens.), F. Schröter, Handbuch der Bildtelegraphie und des Fernsehens. 1250.
Klemperer, H., u. O. Wolff, Verzerrungen im Kathodenoszillographen bei hohen Meßgeschwindigkeiten. 732.
Knab, O., Das Großkraftwerk Trebovice, Tschechoslowakei. 1199.
Knief, Erdschlußschaltung. 898.
Kniehahn (Rezens.), K. Rauh, Praktische Getriebelehre. 903.
— (Rezens.), K. Mack, Geometrie der Getriebe. 1203.
Knoll, M., u. E. Ruska, M. Knoll, F. Houtermans u. W. Schulze, Das Elektronenmikroskop. 1122.
Koch, H., Der Zeitstaffelschutz durch Überstromrelais in Strahlennetzen unter Tage. 1100.
König, E., Beitrag zur Frage des Überspannungschutzes. *1165.
Koppelmann, F., Beobachtungen über den Durchschlag von Isolierölen. 731.
Körfer, C., Elektrische Antriebe in Steinkohlen-Aufbereitungsanlagen. 1076.
— C., Elektrische tragbare Gruben- und Kopflampen nach englischem Schrifttum. 1171.
— u. Truhel, Gerät zur schnellen Ermittlung der mittleren waagerechten Lichtstärke von tragbarem Grubengeleucht. 1269.
Kraehenbuehl, J. O., u. C. W. Parmelee, Versuche über die Durchschlagfestigkeit von Porzellan. 1028.
Kraska, W. (Rezens.), E. Krebs, Technisches Wörterbuch. 952.
Krause, E., Sollen Elektrizitätswerke vom Anschaffungswert oder vom Buchwert abschreiben? *751.
— H., s. Cammerer, I. S.
Kropff, L., Spitzenleistung im Elektro-Großmaschinenbau. 779.
Krug, W., Stufenloser und stufenförmiger Durchschlag in Luft. 850.
Kunert, A. (Rezens.), E. Feyerabend, Der Telegraph von Gauß und Weber im Werden der elektrischen Telegraphie. 1275.
Kühnert, M., Verhalten asynchroner Drehstrommotoren bei sich ändernder Netzspannung. B. 1204.
Kunerth, W., u. R. D. Miller, Sichtbare und ultraviolette Strahlung des Sonnenlichtes. 868.
Küpfmüller, K., Die neuere Entwicklung der Trägerfrequenztelephonie auf Leitungen. 781.
— K. (Rezens.), G. Mie, Handbuch der Experimentalphysik, Bd. 11, 1. 1059.
— K., Über die Konvergenz der Brückenmeßverfahren. 1269.
Kurz, E. J. (Rezens.), W. S. Messkin u. A. Kußmann, Die ferromagnetischen Legierungen. 762.
Kußmann, A., u. B. Scharnow, Koerzitivkraft und mechanische Härte. 805.
Küster s. Fischer.
Kyser, H., Die Saaletalsperre. Vortr. *669. *697.
— H. (Rezens.), K. Kinzinger, Ortsnetze für Kabel und Freileitungen. 1177.

Lang, A. (Rezens.), A. Thum u. W. Buchmann, Dauerfestigkeit und Konstruktion. 1179.
— B., Betriebe mit veränderlicher Geschwindigkeit. *990.
— M., Neue Verfahren der Temperaturregelung industrieller Öfen. *789.
Lange, H., Leistungsmessung mit Elektronenröhren. 780.
Lassen, H., Frequenzabhängigkeit der Funkenspannung in Luft. 1147.
Laub, H., Die Wirkungsweise netzgeführter Wechselrichter. *693.
Lauster, F., Industrieofen mit Molybdänwiderständen. 662.
— F., Elektrische Widerstandsöfen für hohe Temperaturen. 940.
Lawton, E. J. s. Tear, J. D.
Lemoine, R., Der elektrische Lichtbogenofen mit saurem Futter in der Stahlgießerei. 897.

Digitized by Google

Leonardon, E. G., s. Schlumberger, C.
Levasseur, A., Induktionsöfen mit und ohne Eisenschluß. 665.
Lichtenberger, F., u. H. Mauch, Ein neuer magnetischer Kontakt. 939.
Logan, H. L., Operationstischbeleuchtung in Augenkliniken. 1122.
Lohausen, K. A., Stromverlauf und Leistungsumsatz im Bade von Lichtbogen-Elektrostahlöfen. 848.
Lončar, J., Einige Beobachtungen beim Oszillographieren. Brf. 1274.
Loomis, A. L., u. W. A. Marrison, Neue Entwicklungen in der Präzisions-Zeitmessung. 1098.
Lorenz, F. R., s. Walger, O.
Lübcke, E. (Rezens.), R. G. Hudson, Electronics. 1060.
— E. (Rezens.), K. K. Darrow, Electrical Phenomena in Gases. 1178.
— E., Der 9. deutsche Physiker- und Mathematikertag in Würzburg, 17. bis 22. IX. 1933. 1190.
Lüth, F., Messung des Staubgehaltes in Hochofengas. 732.
Lux, H., Zur Patentlage in der deutschen Glühlampenindustrie. *1181.

Maas, G., Untersuchungen an einem Elektrokessel für die Heizung eines Reservekraftwerkes. *765.
Maddock, A. J., Eine Schaltung zur Erzeugung von Stromimpulsen mit rechteckiger Wellenform. 1027.
Marguerre, F., Hydromechanischer Schlupfumformer. *744.
— F., Wasserbauten für die Elektrizitätswirtschaft als Notstandsarbeiten. Brf. 786.
Mainka, A., Verhalten dünner Cellon-Lackschichten im elektrischen Felde. 942.
Marrison, W. A., s. Loomis, A. L.
Marvin, R. H., s. Whitehead, J. B.
Marx, Erw., u. H. Göschel, Koronaverluste bei hoher Gleichspannung. *1112.
Mathias, M. E., Der Kugelblitz. 873.
Matsunawa, S., Hauptbahnelektrisirung in Japan. 1270.
Mattersdorff, W. (Rezens.), H. Uhlig, Erläuterung zu den Vorschriften nebst Ausführungsregeln für elektrische Bahnen. 691.
Matthias, Fernmessung der Eislast. Brf. 1275.
Mauch, H., s. Lichtenberger, F.
Mayer, J. (Rezens.), E. Schwandt, Lautsprecher für Tonfilmwiedergabe. 739.
— J. (Rezens.), J. Eggert u. R. Schmidt, Einführung in die Tonphotographie. 1179.
— R., Zur rechnerischen Bestimmung der Störungstabilität von Netzen. *678.
Mayr, O., Durchschlag und Temperaturionisierung. 782.
McEachron, Hemstreet, Rudge, Wanderwellen in Hochspannungsleitungen. 899.
Meir, A., u. R. Hinkelmann, Schnellregler. 918.
— A., u. R. Hinkelmann, Aufnahme von Resonanzkurven mittels Oszillographen. 1051.
Meißner, F. (Rezens.), W. Kittler, Der internationale elektrische Energieverkehr in Europa. 1202.
Meller, K., Gegenwärtiger Stand der Elektroschweißung. *656.
Meyer, C., Elektrische Antriebe auf Schiffen. *1010.
— Erw. (Rezens.), H. Barkhausen, Einführung in die Schwingungslehre. 811.
Meyer-Delius, H., Die Blindleistung in Gleich- und Umrichteranlagen. 895.
— H., Die Oberwellen der Gleichspannung und des primären Netzstromes in Gleichrichteranlagen. *959.
Michels, R., u. M. Wien, Das Verhalten der magnetischen Anfangspermeabilität bei kurzen elektrischen Wellen. 1244.
Miller, R. D., s. Kunerth, W.
Mohr, H. J., Selbsterregung von Synchronmaschinen mittels gittergesteuerter Gleichrichter. *1231.
Moeller, F. (Rezens.), Spannung — Widerstand — Strom. 1058.
— F. (Rezens.), Meyers Lexikon, Bd. 14 u. 15. 1251.
Molly, A. (Rezens.), Vorschriften für die Ausführung elektrischer Innenanlagen (in Rumänien). 1130.
Morgan, C. F. I., Die Analyse von Wechselstromkurven nach dem Resonanzverfahren. 1121.
Morhenn, Schaltwagen in der Stromzuführung untertage. 941.
Mörtzsch, F., Elektrische Setzmaschinenheizung. 663.
— F. (Rezens.), M. Anthes, Elektrisches Heizen und Kochen. 1059.
Moser, H., Temperaturmessung mit dem Platin-Widerstandsthermometer bis 1100°. 1269.
Moskwitin, A. J., Rundfeuer am Kommutator und dessen Entstehung. Von C. Trettin. 1073.
Müller, A. L., Die Kennlinie des elektrischen Lichtbogens großer Leistung. 1102.
— F., s. Stiel, W.
— Horst (Rezens.), W. Kaufmann, Angewandte Hydromechanik. 903.
— Horst (Rezens.), S. Timoshenko, Schwingungsprobleme der Technik. 1083.
— Horst (Rezens.), G. Haberland, Mechanik. 1155.
Müller-Lübeck, K., u. E. Uhlmann, Die Strom- und Spannungsverhältnisse der gittergesteuerten Gleichrichter. 1268.
Musil, L., Grundsätzliche Gesichtspunkte für den Entwurf von Reserve-Dampfkraftwerken und Einrichtungen zur Erhöhung ihres Bereitschaftswertes. *963.

Nadjakoff, G., u. V. Postompirova, Die elektrischen Direktionskräfte beim Quadrantelektrometer. 1073.
Nagy, A. v., Mycalex, ein Isolierstoff für Hochspannung und Hochfrequenz. 711.
Natalis, F. (Rezens.), L. Erhard, Blätter für Geschichte der Technik. 878.
Nattkemper, Die Überwachung des Isolationszustandes in Schachtsignalanlagen. 1026.
Neumann, P., Messung der mittleren Temperaturen der Läuferwicklungen von Turbo-Synchronmaschinen während des Betriebes. *1143.
Niemann, P., Die Herbsttagung der Deutschen Gesellschaft für Erdölforschung. 1245.
Nikuradse, A., Über die Leitfähigkeit von reinen Flüssigkeiten. 1054.
Nimier, P., Eine sprechende Uhr. 1145.
Noack, F. (Rezens.), F. H. Hellmuth, Der Argonal-Gleichrichter. 1107.
Nolen, H. G., Die Folgen der gegenseitigen Induktion bei Dreiphasen-Luftdrosselspulen. *858.
Nolte, L., Temperaturregler für Elektrowärme. 798.

Oberndorf, S., Lichtflußermittlung aus polaren Lichtverteilungskurven. 710.
Obolensky, S. A., Wirkung der Sekundärelektronen auf den statischen Arbeitszustand der Eingitterröhre. 684.
Oehlen, P., Über den Begriff der Echodämpfung. 710.
Orlowski, P., Berechnung der Selbstkosten eines elektrolytischen Überzuges. 1028.
Ornig, J. (Rezens.), O. Vas, Grundlagen und Entwicklung der Energiewirtschaft Österreichs. 1178.
— J., Österreichs Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1932. *1265
Oertel, F., Übersicht über das Gesamtgebiet der elektrischen Antriebe in der Industrie. *978.
Ostertag, P. (Rezens.), F. Lawaczeck, Turbinen und Pumpen. 902.
— P. (Rezens.), C. Pfleiderer, Die Kreiselpumpen. 927.
Oexle u. Schreitmüller, Die morphologische Umgestaltung der geschiebeführenden Flüsse im Zusammenhang mit der Großkraftausnutzung. 1164.

Palm, A., u. S. Rump, Elektrostatische Synchronisiereinrichtung. 826.
Parmelee, C. W., s. Kraehenbuehl.
Parsons, S. R., Der Einfluß des Koronastromes auf die Abkühlung eines heißen Drahtes. 828.
Paschkis, V. (Rezens.), W. Schulz, Elektrische Heizeinrichtungen für Industrie und Gewerbe. 667.
Paulin, E. A., Untersuchung des Feldes in der Nähe eines Kurzwellensenders. 804.
Pearson, E. F., S. R. Shanklin, W. R. Bullard u. S. B. Clark. 115 kV-Unterwasser-Ölkabel. 847.
Pession, G., Fernsprechkabel Festland—Sardinien. 871.
Pflier, P. M., Das Schattenkreuz-Meßgerät. *887. Brf. 1275.
Philippi, Prüfen von Gummischlauchleitungen. 867.
— W. (Rezens.), H. Cotton, Mining Electrical Engineering. 1154.
Pinter, F., Die Asynchronmaschine im Rahmen der allgemeinen exakten Widerstandstheorie. 1217.
Pirrung, A., Öffentliche Elektrizitätswirtschaft in Württemberg und Hohenzollern. *1239.
Plum, G., Die Investitionen der elektrotechnischen Industrie. 1929/1931. 1204.
Pohl, K. v., s. Gurewitsch, P.
— R., u. H. Brandt, Die Stromverdrängung in den Evolventenbügeln großer Generatoren und ihre Verhinderung. 848.
Pohlhausen, K. (Rezens.), K. Hayashi, Tafeln für die Differenzenrechnung sowie für die Hyperbel-, Besselschen, elliptischen und anderen Funktionen. 1251.
Pollok, O., Anwendung elektrischer Antriebe für Werkzeugmaschinen. *997.
Postompirova, V., s. Nadjakoff, G.
Przygode, A., Teiltagung der Weltkraftkonferenz in Skandinavien 1933. 953.
— A., 16. Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde. 1056.
— A., „Die Kamera", Ausstellung für Photographie, Druck und Reproduktion. 1220.
Putz, W., Der Einfluß der Polstreuung auf die notwendige Erregung für die Polkerne. *701.

Radley, W. G., u. H. J. Josephs, Beeinflussung von Fernsprechleitungen durch Starkstromleitungen unter nicht stationären Bedingungen. 1097.
Radulet, R., Zur Theorie der eisenlosen Induktionsöfen. 1099.
Rankin, W. K., Schnellschalter für Wechselstrom. 681.
Ratschke, K., Die Verhütung von Maximumüberschreitungen beim Fremdstrombezug. 1196.

Digitized by Google

Ravier, F., Die Magnesiumerzeugung aus Fluoridbädern auf elektrischem Wege. 1055.
Reeve, Vakuumguß. 665.
Reglin, G., Weiterer Ausbau der kanadischen Wasserkräfte unter besonderer Berücksichtigung des St.-Lawrence-Projektes. *813.
Reiche, W., Die Verbesserung des Stabstromwandlers für kleine Primärströme. Brf. 691.
Reinhardt, H., Die Zahnlänge der Kegelräder. 829.
Renesse, v., Zur Vorausbestimmung von Belastungsverhältnissen. 1272.
Renker, H., Steuerungen für elektrische Antriebe. *985.
Ribbeck, H., u. F. Wiedemann, Die schreibenden Meßgeräte (Pegelschreiber) und ihre Verwendung im Betrieb der Deutschen Reichspost. 755.
Richter, Anfressungen durch Sauerstoffaufnahme bei stillstehenden Kesseln. 1271.
— R., Einfluß der Lochung von Transformatorkernen auf den Magnetisierungstrom. 939.
— R., Die Sammlung für Elektromaschinenbau im Elektrotechnischen Institut der Techn. Hochschule in Karlsruhe. *1255.
Riefstahl, L., Die Elektrowärme im Haushalt und im Gastgewerbe. *647.
Ringwald, F., Leitungstörungen vornehmlich bei Sonnenaufgang. Brf. 856.
Rissik, H., Grenzen der Leistungsfaktorverbesserung bei Gasentladungslampen. 802.
Rittershaussen, A., Entwicklung der Elektroküche. *649.
Ritz, H., Durchschlag-Feldstärke des homogenen Feldes in Luft. 872.
Rodewald, E., Der Asynchronmotor bei Betrieb mit kleiner Frequenz. *793.
Rödiger, W., Die Entwicklung der Bleibatterien für Fahrzeuge. *1256.
Roehmann, L., Beitrag zur Frage von Fernsprechstörungen durch Gleichstrombahnen. 898.
Rohrlach, M., Zeitgemäße Elektrizitätswirtschafts-Aufgaben. *723. B. 1130.
Rolf, E., Elektrische Anzeige und Aufzeichnung von Drehmomenten. *1160.
Roeren, C., Elektrische Antriebe im Bergbau. *1006.
Rückwardt, H. (Rezens.), E. Schulz, Öffentliche Heizkraftwerke und Elektrizitätswirtschaft in Städten. 1035.
Rudge s. Mc Eachron.
Rühle, R., Selbstinduktion bei einer Verformung des Leiterkreises. *796. *843.
Rump, S., s. Palm, A.
Ruska, E., s. Knoll, M.
Russell, A., Induktivitätskoeffizienten von Teilstromkreisen und ihre Anwendungen. 1054.

Sacerdote, G., Elektrische Verfahren zur Messung von Druck und Verschiebung. 1121.
Sauer, Th., Die Betriebsergebnisse der Überlandkraftwerke in der UdSSR im Jahre 1932. 900.
— Th., Die Überlandkraftwerke des Moskauer Gebiets vor dem Maximum des laufenden Jahres. 1051.
Schäfer, H., Die Tarifformen. Brf. 810.
Schäff, K., Frequenz- und Leistungsreglung in großen Netzen. *1212.
Scharnow, B., s. Kußmann, A.
Scharowsky, G., Die heutigen Motorenarten. *981.
Scharrer, H., Die Tarifformen. Brf. 810.
Scheibe, A., s. Giebe, E.
Schelleng, J. C., C. R. Burrows u. E. B. Ferrel, Ausbreitung der ultrakurzen Wellen. 732.
Schiebeler, C., Aussetzende Betriebe (Hebezeuge). *992.
Schiffner, F. G., Einfache Schaltung für elektrische Aufzugs-Druckknopfsteuerung. *1089.
Schimpf, R., Verhalten des Selektivschutzes beim Außertrittfallen von Kraftwerken. *1134.
Schimpke (Rezens.), C. Geiger, Betriebswissenschaft, Bau von Gießereianlagen, Nachträge. 903.
Schlumberger, E. (Rezens.), K. Arndt u. J. Zellner, Die künstlichen Kohlen. 975.
— C. und M., u. E. G. Leonardon, Elektrische Prüfung der Korrosion von Rohrleitungen. 900.
Schmidt, H., Umformeranlage des Aluminiumwerkes Wolchowstroi. 918.
Schmundt, W., Öffentliche Elektrizitätswirtschaft im Versorgungsgebiet der Provinz Ostpreußen und des Freistaates Danzig im Berichtsjahr 1932. *842.
Schnaus, G., Belastungsausgleich in Kraftwerken. Brf. 1082.
— G., s. Wolf, M.
Schneider, O., Pflege und Überholung von Generatoren, Transformatoren und Schaltanlagen in Großkraftwerken. Vortr. *837. *863.
— A., 10 Jahre deutscher Tonfilm. 942.
Schottky, W., R. Störmer und F. Waibel, Gleichrichterwirkung des Kupferoxyduls. 873.
— W., Kupferoxydul-Photozellen. 1102.
Schramm, P. I., (Rezens.), J. Woelk, Wähleramt und Wählvorgang. 856.
Schreitmüller s. Oexle.
Schulle, A. (Rezens.), H. Ike, Störschutz am Rundfunk-Empfänger in der Praxis. 903.
Schult, H., Kennzeichen des Kraftwerksbaues in der Nachkriegszeit. Vortr. *881. *915.
— H., Dieselgeneratoren mit Abwärmeverwertung für die Eigenbedarfsanlagen von Dampf-Großkraftwerken. Brf. 972. Brf. 975.
Schulz, W., Die Entwicklung der elektrischen Heizung im 19. Jahrhundert. 663.
Schulze, W., s. Knoll, M.
Schunck, H., Ermittlung der Streureaktanzen aus der Fehlermessung des Spannungswandlers. *1236.
Schwaiger, Belastungsausgleich in Kraftwerken. Brf. 1082.
— A. (Rezens.), R. Rüdenberg, Elektrische Hochleistungsübertragung auf weite Entfernung. 1082.
Scott, V., Untersuchung von Steinen und Spitzen für Lager in Instrumenten und Apparaten. 939.
Seidl, F., Die Wirtschaftlichkeit der Erzeugung elektrischer Arbeit aus der Müllverbrennung. 943.
Sequenz, H., Zur Messung der Streuung von Synchronmaschinen. 917.
Sfondrini, G., Die graphische Berechnung von Kanälen und Wasserleitungen. 1220.
Shanklin, S. R., s. Pearson, E. F.
Sihler, I., Druckluftantriebe für elektrische Schaltgeräte. *1237.
Skowronnek, Planté-Hundertjahrfeier. 900.
Smith, Die Einführung neuer Geräte und Betriebsverfahren in den englischen Telegraphenbetrieb. 849.
— J. J., Die Störspannung von Drehstromleitungen mit geerdetem Neutralpunkt. 899.
Solt, C. T., Marine-Funkpeilgeräte beim Küstenschutz in den V. S. Amerika. 899.
Sothen, B. v., Energiekupplung zwischen Hüttenwerken und öffentlicher Strom- und Gasversorgung. 1122.
Spiller, E., (Rezens.), R. Fleischer u. H. Teichmann, Die lichtelektrische Zelle und ihre Herstellung. 1178.
Stark, W., Erdungswiderstände in Hochhäusern. 940.
Steudel, U., s. Barkhausen, H.
Stiel, W., u. F. Müller, Mehrmotoren-Gleichlauf-Betriebe. *988.
Stöhr, M., Technische Grundlagen der elastischen Kupplung von Wechselstromnetzen mittels gesteuerter Entladungsgefäße. 753.
Störmer, R., s. Schottky, W.
Stort, Das Gebrauchsmuster mit zu geringer Erfindung. 1030.
Strigel, R., Kathodenmaterial und Entladeverzug. 850.
— R., Die Grundlagen der elektrischen Gasreinigung. 1102.
Studienges. f. Höchstspannungsanl. e. V., Fernmessung der Eislast. Brf. 1275.
Suits, C. G., u. M. E. Dunlap, Elektrische Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes von Bauholz. 1122.
Swann, W. F. G., Elektrostatischer Höchstspannungserzeuger. 1146.

Takei, T., s. Kato, Y.
Tear, J. D., u. E. J. Lawton, Flugzeug-Kompaßfehler und ihre Kompensation. 1051.
Thierbach, B. (Rezens.), A. Buch, Die Wirtschaftlichkeit des Antriebes von Dreschsätzen durch Schlepper oder Elektromotoren. 836.
— B. (Rezens.), Berliner Städtische Elektrizitätswerke Akt.-Ges., Jahrbuch der Verkehrsdirektion. 927.
— B. (Rezens.), H. Rückwardt, Selbstkostenberechnung elektrischer Arbeit. 951.
— B. (Rezens.), Ruhrkohlen-Handbuch. 952.
— B., Die Bedeutung des zweiten Gesetzes zur Verminderung der Arbeitslosigkeit für die Elektrogewerbe. *1061.
— B., s. Friedrich, A.
Thiemann, A. E. (Rezens.), O. Lutz, $p\vartheta$-Tafel, Tabellen und Diagramme zur thermischen Berechnung der Verbrennungskraftmaschinen. 952.
— A. E. (Rezens.), B. Klaften, Die Luftspeicher-Dieselmaschine. 975.
Thieß, H., Die öffentliche Elektrizitätswirtschaft Rumäniens 1932. *935.
Töfflinger, K., Die Nutzbremsung von Straßen- und Schnellbahnen, II. Teil. *1183.
Toriyama, Y., Stoßkorona. *909.
Trettin, C., Rundfeuer am Kommutator und dessen Entstehung. Nach A. J. Moskwitin. 1073.
Truhel s. Körfer.
Tschiassny, L., Eine neue Kabeltype, das T-SO-Kabel. *696.
Typke, Versuche über Ölalterung. 711.

Uhlmann, E., s. Müller-Lübeck, K.
Unger, E., Blindstromkompensierung in Leitungsnetzen. *672.
— F. (Rezens.), M. Kurrein u. G. Meyer-Jagenberg, Gleit-, Kugel- und Rollenlager und ihre Schmierung. 1202.
Urtel, R., Maximale Leistung, Wirkungsgrad und optimaler Außenwiderstand von Endröhren. 1197.

Varichon, C., Schnellschalter als Maschinenschutzschalter in Gleichstrom-Bahnanlagen. 1074.
Vereinigte Aluminium-Werke AG., Kupfer und Aluminium beim Fernleitungsbau in Deutschland und anderen Ländern. Brf. 834.

Digitized by Google

Viehmann, H., Überspannungsableiter zum Schutz vonFlugzeug-Funkgeräten, untersucht mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen. 956.
Vieweg, R., (Rezens.), Vorschriftenbuch des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. 787.
— R. (Rezens.), A. Gramberg, Technische Messungen. 1227.
Voege, W. (Rezens.), P. Hémardinquer, Les Effets électriques de la Lumière et leurs Applications Modernes. 951.
— W. (Rezens.), W. Arndt, Raumbeleuchtungstechnik. 1035.
Vogler, H., Untersuchung dielektrischer Verluste flüssiger Isolierstoffe bei kurzen Wellen mit dem Kalorimeter. 1078.
Volkers, W., Konstruktiver Übergang zwischen Nebenschluß- und Hauptstrom-Kennlinien bei Gleichstrommaschinen. *1039.

Waibel, F., s. Schottky, W.
Wald, E., Fernmessung der Eislast. 893. Brf. 1275.
Walger, O., u. F. R. Lorenz, Einige Fehlerquellen bei thermoelektrischen Temperaturmessungen. 868.
Wallot, J., Rundfrage „Was ist Gewicht?" 735.
— J. (Rezens.), S. Valentiner, O. v. Auwers u. H. Herrmann, Müller-Pouillets Lehrbuch der Physik. 715.
Walther, A., Zur Fourierschen Analyse von Funktionen mit Sprüngen, Ecken usw. 968.
— A., s. Inge, L.
Waßmann, H., Verhalten von Wellenfiltern bei Belastung durch gesättigte Eisendrosseln. 970.
Weber, E., Von der Weltausstellung in Chikago. *1137.
— W., s. Braunmühl, H.-J. v.
Weicker, W., Zur Bestimmung der Überschlag- und Durchschlagspannung von Isolatoren. 1219.
Werner, R., Nachruf auf H. Jahncke. 876.
Wever, F., Röntgenprüfung von Eisen und Stahl. 805.
Weyrauch, H., s. Fucks, W.
Whitehead, J. B., u. R. H. Marvin, Untersuchungen über die Leitfähigkeit von Isolieröl. 1029.
Wiedemann, F., s. Ribbeck, H.
Wien, M., s. Michels, R.
Wiese, A. C., Fehler bei Heizkissen-Temperaturreglern und ihre Beseitigung. *651.
Wilkening, O., Die Elektrizitätswirtschaft der nicht zur Preußenelektra gehörenden öffentlichen Unternehmungen im Versorgungsgebiet der Provinz Hannover, Hansestädte Hamburg, Bremen und Lübeck, Freistaat Oldenburg, Schaumburg-Lippe, Lippe-Detmold, Oberhessen vom FreistaatHessen und Provinz Hessen-Nassau im Betriebsjahr 1932. *1023.
— O., Zeitgemäße Elektrizitätswirtschafts-Aufgaben. Brf. 1130.
Winkler, A., Verschiebelokomotive der Österreichischen Bundesbahnen. 968.
— G. H. (Rezens.), C. Matschoß u. W. Lindner, Technische Kulturdenkmale. 715.
— G. H. (Rezens.), E. Greenwood, Amber to Amperes. 762.
— G. H. (Rezens.), M. Abraham u. R. Becker, Theorie der Elektrizität. 812.
Winkler, G. H. (Rezens.), A. Schlomann, Hoyer-Kreuter, Dictionnaire Technologique. 1203.
Witt, A. (Rezens.), K. Lachmann, Festigkeit und Formänderung. 692.
— A. (Rezens.), E. Preger, Spangebende Formung der Metalle in Maschinenfabriken durch Werkzeuge und Werkzeugmaschinen. 1251.
Wittig, J., Die Fernmeßanlage der Friedrich-Alfred-Hütte zu Rheinhausen. 755.
Wolf, M., u. G. Schnaus, Zur graphischen Ermittlung der Scheinleistungsdauer-Linie. 850.
Wolff, O., s. Klemperer, H.
Woernle, Elektromagnetische Prüfung von Förderseilen. 1270.
Wyatt, K. S., Ionisationswirkungen bei getränkter Papierisolation. 1195.

Ziegenberg, R., Das Ätznatron-Element. Brf. 1034.
Zilken, L., Zur Frage der Lebensdauer der Kommutatoren und Kohlebürsten. *1229.
Zinzen, A., (Rezens.), H. Gröber u. S. Erk, Die Grundgesetze der Wärmeübertragung. 787.
— A., (Rezens.), G. Forner, Die thermodynamische Berechnung der Dampfturbinen. 878.
— A. (Rezens.), P. Ostertag, Kälteprozesse. 1155.
Zorn, M., (Rezens.), A. Curchod, Machine et appareils électriques. 902.
— M. (Rezens.), H. Decker, E. Flegler u. H. G. Möller, Müller-Pouillets Lehrbuch d. Physik, Bd. 4, 2. 952.
— M. (Rezens.), G. Hauffe, Ortskurven der Starkstromtechnik. 1250.

Druck von H. S. Hermann G. m. b. H., Berlin SW 19.
Printed in Germany.

Digitized by Google

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang | Berlin, 6. Juli 1933 | Heft 27

Elektrowärme-Ausstellung in Essen 1933.

In der Zeit der schweren Wirtschaftskrise, die Deutschland nach dem Kriege betroffen hat, mußte danach getrachtet werden, alle Kräfte einzusetzen, um die Arbeit neu zu beleben, den Wiederaufbau der Wirtschaft und Industrie mit verbesserten Verfahren, Maschinen und Geräten zu fördern. Wenn in einer so schwierigen Zeit die Spitzenverbände der deutschen Industrie und Wirtschaft im Verein mit anderen bedeutsamen Unternehmen den Mut fanden, den Plan einer großangelegten elektrotechnischen Ausstellung zur Tat werden zu lassen, so geschah das in der richtigen Voraussetzung, daß nur der Augenschein selbst einen Begriff von den ungeahnten Möglichkeiten der Entwicklung und Anwendung eines so wichtigen Gebiets wie Elektrowärme vermitteln kann. Die dergestalt in Essen ins Leben gerufene Elektrowärme-Ausstellung soll dem Zweck dienen, alle Interessenten mit den wichtigen und neuesten Anwendungsverfahren der Elektrowärme vertraut zu machen. Sie erstreckt sich auf die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten der Elektrizität für Wärmezwecke in Haushalt und Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft.

Wir haben diesen Bestrebungen zur Eröffnung der Ausstellung am 1. Juli Rechnung getragen und das vorliegende Heft auf Elektrowärme eingestellt. Ein ausführlicher Bericht über die Ausstellung selber wird nach ihrer Besichtigung folgen.

Entwicklung und Aussichten der Elektrowärmetechnik.

Von Prof. Dr.-Ing. E. h. G. Dettmar, Hannover.

Übersicht. Nachdem gezeigt worden ist, warum die Elektrowärmetechnik sich bisher nur langsam entwickelt hat, wird angegeben, was zu geschehen hat, um günstigere Ergebnisse zu erzielen.

Die erste praktische Anwendung der Elektrizität zur Erzeugung von Wärme erstreckte sich nach den Forschungen von W. Schulz[1] auf die Fernzündung von Sprengstoffen. Kurze Zeit später entstand die Galvanokaustik. Als Stromquelle dienten Elemente, die für solche Zwecke vom wirtschaftlichen Standpunkte ausreichend waren. Ein Versuch, der dann in der Mitte des vorigen Jahrhunderts gemacht wurde, auch Räume, Wasser, Nahrungsmittel usw. auf elektrischem Wege zu erwärmen, mußte naturgemäß scheitern, weil die Kosten einer Kilowattstunde so lange viel zu hoch waren, als die mechanische Energie nicht in elektrische umgesetzt werden konnte. Die Möglichkeit hierzu war erst gegeben durch die Erfindung des dynamoelektrischen Prinzips durch Werner von Siemens, dem es nach zehnjähriger Arbeit gelang, der Dynamomaschine eine brauchbare Form zu geben. Von da ab konnte die Elektrowärme für technische Zwecke in größerem Umfange in Frage kommen. Zum erstenmal wurde nun eine Einrichtung zur Erwärmung von Wasser mit Elektrizität im Jahre 1882 auf der Ausstellung in München vorgeführt. Die Ausführung war sehr primitiv und fand wenig Beachtung. Wesentlich anders lagen die Dinge schon ein Jahr später, als die Wiener Ausstellung stattfand. Dort sah man schon mehrere Einrichtungen mit elektrischer Heizung, die die Aufmerksamkeit sowohl der Fachleute als auch des großen Publikums erregten, wenngleich sie als nur dem Luxus dienend betrachtet wurden. Man fand dort Apparate zur Erwärmung von Wasser, Zigarrenanzünder, Kochapparate, elektrische Heizkissen, Heiztiegel aus Kohle und Brutapparate. Man kann also wohl sagen, daß das Jahr 1883 als der Beginn der Entwicklung der Elektrowärmetechnik zu bezeichnen ist. Wenn nun jetzt in Essen gezeigt wird, auf welchem Standpunkt heute die Elektrowärmetechnik steht, so kann diese Ausstellung als 50jähriges Jubiläum bezeichnet werden.

Die Anregungen, die von der Wiener Ausstellung ausgingen, haben eine große Reihe von Fachleuten veranlaßt, sich mit dem neuen Gebiete zu befassen. Es waren dieses Otto Schulz (Straßburg), der Lötkolben, Heizöfen usw. herstellte, die deutsche Edison-Gesellschaft (Berlin), die eine elektrische Heizvorrichtung für Brennscheren schuf, Zipernowsky (Budapest), der ein elektrisches Bügeleisen konstruierte, Schindler (Vorarlberg), Stotz (Stuttgart), Voigt (Frankfurt), Pöge (Chemnitz), Hellberger (München), die eine Reihe weiterer Elektrowärmegeräte herstellten. In Davos (Schweiz) begann H. Williams[2] mit Erfolg ganze Häuser elektrisch zu erwärmen, und von Jahr zu Jahr wurden immer neue Anwendungsgebiete bekannt, so daß heute die Elektrowärme fast in allen Zweigen der Technik und des täglichen Lebens eine Rolle spielt. Wenn diese, vom Standpunkt der gesamten Elektrotechnik aus betrachtet, heute trotz 50jähriger Entwicklung immer noch eine bescheidene ist, so sind im wesentlichen folgende Gründe dafür zu nennen:

1. Die Zahl der Elektrizitätswerke und der Umfang ihrer Verteilungsnetze ist nur allmählich gewachsen, weil zu ihrer Schaffung große Kapitalien notwendig waren und Erfahrungen gesammelt werden mußten.
2. Die Werke, die öffentlich Elektrizität verteilten, waren mit ihrer eigenen Entwicklung in den ersten Jahrzehnten stark beschäftigt, da ja Vorbilder fehlten und alles neu geschaffen werden mußte.
3. Die Folge von 1. und 2. war, daß im Anfang nur an wenigen Stellen des Landes Gelegenheit bestand, Elektrizität zu beziehen, so daß auch ihre Anwendung zu Erwärmungszwecken beschränkt bleiben mußte.
4. Der Absatz und die Benutzungsdauer der öffentlichen Elektrizitätswerke waren im Anfang gering; als Folge davon ergab sich ein hoher Preis der Kilowattstunde. Erst mit dem allmählichen Ausbau der Werke und Netze war es möglich, ihn herunterzusetzen[3]. Die Erzeugung der Werke erhöhte sich zunächst langsam, dann aber schneller und schneller. (Dies geschah einerseits, weil die Preise niedriger gestellt werden konnten, anderseits war es möglich, diese immer mehr herunterzusetzen, weil der Absatz gestiegen war.)
5. Durch den wachsenden Bedarf für Beleuchtungs- und Kraftversorgungszwecke ergab sich dauernd die Notwendigkeit einer Erweiterung der Werke, so daß für letztere der Anreiz zur Gewinnung eines neuen Absatzgebietes (Elektrowärme) nicht sehr groß war.
6. Als dagegen im Jahre 1930 durch die allgemeine Wirtschaftskrise der Absatz zu stocken begann[4] und

[1] Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie Bd. 21: „Entwicklung der elektrischen Heizung im 19. Jahrhundert" von W. Schulz (VDI-Verlag, Berlin 1931); s. a. S. 663 u. 667 dieses Heftes.

[2] „Das elektrische Heizen und Kochen"; Verlag Jügelts Buchdruckerei, Auma.

[3] ETZ 1930, S. 208.

[4] ETZ 1933, S. 383.

Digitized by Google

schließlich ein Rückgang eintrat, stieg das Interesse an diesem noch unentwickelten Absatzgebiet ganz erheblich.

7. Eine große Zahl von Elektrizitätswerken befand sich im Besitz der Städte. Da diese aber auch Gaswerke hatten, die nach dem Verlust der Beleuchtung sich stark auf die Wärmelieferung legten, wurde vielfach die Benutzung der Elektrizität für solche Zwecke zurückgehalten.

8. Die technische und namentlich die wirtschaftliche Beurteilung der Elektrowärmetechnik war nicht nur seitens der Ingenieure anderer Fachrichtungen, sondern sogar oft seitens der Elektrotechniker unrichtig, weil sie beim Vergleich vorwiegend von den reinen Energiekosten[5] ausgingen und die anderen großen Vorzüge der elektrischen Erwärmungsmethode nicht genügend berücksichtigten. Die Einfachheit der Zuführung der Wärme, die geringen Wärmeverluste, die genaue Temperatureinhaltung, die genaue Temperaturregelung, die einfache Schaltbarkeit, die leichte Meßbarkeit, die große Sauberkeit, der Fortfall der Luftverschlechterung, die hohe Feuersicherheit, der Wegfall der Vergiftungs- und Explosionsgefahr und andere wichtige Eigenschaften wurden lange Zeit viel zu wenig beachtet und bewertet.

9. Zur Beseitigung des vorgenannten Übelstandes wurde verhältnismäßig wenig Aufklärungsarbeit geleistet. Nur eine geringe Zahl von Fachkollegen hat sich dieser Aufgabe gewidmet, und ihnen ist es zu danken, daß die Entwicklungskurve allmählich eine steigende Tendenz erhalten hat.

10. Die Elektrowärmegeräte waren in den Anfangsjahren zum Teil konstruktiv unvollkommen und wenig haltbar, was darauf zurückzuführen war, daß ein geeignetes Heizleitermaterial fehlte.

11. Es wurde zu wenig systematische Forschungsarbeit geleistet. Im Anfang geschah darin fast nichts. Man arbeitete vorwiegend auf dem Wege des Probierens. Später wurden zwar Untersuchungen innerhalb einiger Firmen angestellt, aber zum großen Teil nicht veröffentlicht. Erst in neuerer Zeit begann man an verschiedenen Stellen mit systematischen Forschungen, die der Allgemeinheit zur Verfügung gestellt wurden und so zur Entwicklung dieses Gebietes beigetragen haben.

12. Voraussetzung für eine weitgehende Anwendung der Elektrowärme ist eine entsprechende Ausgestaltung des Tarifwesens der Elektrizitätswerke. Hier wurde nur langsam und sehr zögernd vorgegangen, so daß auch heute noch bei einer großen Zahl von Werken die Einführung von Elektrowärmegeräten Schwierigkeiten macht. Erfreulicherweise sind aber in den letzten Jahren einige bedeutende Werke mit gutem Beispiel vorangegangen, und es ist zu hoffen, daß nun auch die anderen bald folgen werden.

Wenn wir uns nun bezüglich der zukünftigen Entwicklung der Elektrowärmetechnik ein Bild machen wollen, dann ist es gut, ganz kurz die Verhältnisse bei der Anwendung der Elektrizität für Beleuchtung und Kraftverteilung zu betrachten. Die Beleuchtung wurde im Anfang auch als eine reine Luxuseinrichtung bezeichnet, und man glaubte, daß von einer ausgedehnten industriellen Verwendung derselben an Stelle des Gases keine Rede sein könne. Heute ist sie diejenige Beleuchtungsart, die allein noch Bedeutung hat, und sowohl Gas wie Petroleum, Spiritus usw. werden bald verschwunden sein. Ganz ähnlich war es beim Elektromotor, der eine scharfe Konkurrenz in der Lokomobile, im Gasmotor, im Benzinmotor u. ä. vorfand, die angeblich viel billiger arbeiteten. Er ist infolge seiner guten Eigenschaften heute trotzdem beherrschend in der ganzen Industrie, im Handwerk und im Verkehr geworden.

In ähnlicher Weise, wie sich die Verhältnisse bei der Beleuchtung und der Kraftversorgung entwickelt haben, wird es bei der Elektrowärme vor sich gehen. Auch hier werden ihre außerordentlichen Vorzüge die anderen Beheizungsmethoden in vielen Fällen mehr und mehr verdrängen. Die elektrisch erwärmten Geräte und Fabrikationseinrichtungen werden in Zukunft eine sehr große Rolle spielen, u. zw. in fast allen Industriezweigen sowie im Haushalt. Daß sie das jetzt schon in nennenswertem Umfange tun, ist aus dem Elektrowärme-Jahrbuch 1931[6], in dem die Entwicklung in einer großen Anzahl von Ländern dargelegt ist, gezeigt. Voraussetzung für eine weiter steigende Tendenz der Entwicklungslinie sind aber besonders folgende 3 Faktoren: Wissenschaftliche Durchdringung des Gebietes, weitgehende Verbreitung der einschlägigen Literatur und Normung. Bezüglich des ersteren ist vorstehend schon darauf hingewiesen worden, daß in den letzten Jahren mehrere Forschungsstellen errichtet worden sind, deren Ergebnisse der Allgemeinheit zur Verfügung stehen. Es ist aber notwendig, daß sie auch überall bekannt werden und daß die sonstigen Veröffentlichungen auf diesem Sondergebiete gut geordnet den Fachleuten leicht zugänglich sind. Die Literatur über das Gebiet der Elektrowärmetechnik verteilt sich nämlich auf außerordentlich viele verschiedene Zeitschriften und ist dadurch sehr unübersichtlich. Das hat zur Folge, daß die Unterrichtung sehr erschwert ist, weil nicht jeder so viele Zeitschriften dauernd verfolgen kann. In Erkenntnis dieser Tatsache habe ich bei Begründung des von mir geleiteten Forschungsinstitutes für Elektrowärmetechnik an der Technischen Hochschule Hannover eine Literaturkartei angelegt, die allen gegen geringe Vergütung zur Verfügung steht und über das ganze Wissensgebiet Auskunft gibt. Sie umfaßt zur Zeit über 14 000 Karten und erstreckt sich auf etwa 45 Zeitschriften. Die wichtigsten sind bis zum Jahre 1910, die anderen bis zum Jahre 1920 nach rückwärts durchgearbeitet worden. Über die neueste Literatur wird außerdem von dem Institut monatlich in der Zeitschrift „Elektrowärme" berichtet.

Ein weiterer notwendiger Faktor zur Förderung der Elektrowärmetechnik ist die Normung und Typisierung. Diese Arbeiten sind nicht nur für den Benutzer, sondern auch für den Hersteller von Elektrowärmegeräten von Bedeutung, und ebenso hat der Händler Vorteile davon. Durch solche Maßnahmen können die einzelnen Geräte besser durchgearbeitet und betriebsicherer hergestellt werden. Die Lagerhaltung wird vereinfacht und erfordert weniger totes Kapital. Besonders wichtig ist ferner, daß Ersatzteile leichter beschafft und Reparaturen schneller und besser ausgeführt werden können.

Eine wichtige Eigenschaft der Elektrowärmegeräte, die hier noch zu beachten ist und hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung große Bedeutung hat, besteht in der leichten Möglichkeit der Wärmespeicherung. Sowohl bei Elektrizitätswerken als auch bei Einzelanlagen sind immer Perioden geringerer Belastung, d. h. schlechter Ausnutzung der Anlagen zu verzeichnen. Das Bestreben muß aber dahin gehen, die Einrichtungen zur Erzeugung und Verteilung der Elektrizität Tag und Nacht möglichst gut auszunutzen. Hier spielen die mit Speicherung arbeitenden Geräte eine wichtige Rolle. Die Warmwasserspeicher haben in den Gegenden mit günstigen Wasserverhältnissen heute schon eine große Verbreitung erreicht. Das Elektrizitätswerk Basel[7] hat z. B. die Benutzungsdauer der Höchstbelastung von 3865 h im Jahre 1915 auf 5188 h im Jahre 1928 vorwiegend durch Einführung von solchen Speichern steigern können. Weiter haben aber auch Speicheröfen sowohl für Raumheizung als auch für Trocknungszwecke eine Bedeutung, sofern sie gute Wärmeisolierung und leichte Regelbarkeit aufweisen. Eine Lösung dieses Problems ist bereits gefunden und wird in kurzer Zeit bekanntgegeben werden.

Um die Weiterentwicklung der Elektrowärmetechnik zu fördern, ist es zweckmäßig, noch folgende Maßnahmen besonders zu beachten:

a) Es sollten alle Werke geeignete Tarife einführen, wie das bei einigen schon mit Erfolg geschehen ist. Diese sollen leicht verständlich sein, und die Abnehmer müssen über ihren Inhalt aufgeklärt werden.
b) Durch Einrichtung von Vorführungsräumen, Musterausführungen, Ausstellungen usw. müssen die Eigenschaften der Elektrowärmegeräte in den breitesten Schichten bekannt gemacht werden.
c) Durch Vorträge, Aufsätze, Fortbildungskurse usw. sollte überall aufklärend gewirkt werden.
d) Die Anschaffung der Geräte und gegebenenfalls der Hausinstallationen muß erleichtert werden, unter Umständen durch Abzahlungsorganisationen.
e) Die Ausnutzung von Abfallenergie (Nachtstrom) ist weitestgehend zu fördern durch Einführung von Warmwasserspeichern, Speicheröfen für Raumheizung, Backen, Trocknen usw.
f) Die Elektrowärmegeräte sollten hinsichtlich ihrer praktischen Ausgestaltung und Handhabung immer noch weiter verbessert werden.
g) Die Kosten der Geräte müssen durch Massenfabrikation auf Grund von Normung und Typisierung gesenkt werden. Voraussetzung hierfür ist eine gründliche Erforschung der einzelnen Vorgänge, um so die günstigsten Ausführungsformen zu finden.

[5] ETZ 1928, S. 649.

[6] Herausgeber Prof. Dr.-Ing. E. h. G. Dettmar, Verlag Schubert & Co., Berlin-Charlottenburg.

[7] ETZ 1930, S. 308.

Digitized by Google

Die Elektrowärme im Haushalt und im Gastgewerbe.

Von L. Riefstahl, Berlin.

Übersicht. Es werden die Fortschritte in der Anwendung der Elektrowärme im Haushalt und die Anpassung des elektrischen Betriebes an die Bedürfnisse der Gaststättenküche hinsichtlich der Kochvorgänge und des sparsamen Verbrauches dargestellt.

Die Verwendung der Elektrowärme ist fast so alt wie die Elektrotechnik überhaupt, wenn sie sich auch im Anfang auf die Beheizung von Tauchsiedern, Haartrocknern, Heizkissen und einfachen Kochplatten, Wasserkochern u. dgl. beschränkte. Aber auch das elektrische Bügeleisen ist schon frühzeitig aufgetreten. Alle diese Anwendungsformen hatten aber bei den damaligen Stromtarifen mehr den Charakter von Luxus- als den von Gebrauchsgegenständen für einen größeren Verbraucherkreis.

Erst die Anpassung der Stromtarife an das unzweifelhafte Bedürfnis, die Elektrowärme wegen ihrer Vorzüge hinsichtlich Bequemlichkeit, Unabhängigkeit von Feuerstellen und Gefahrlosigkeit wegen Vermeidung der offenen Flamme in größerem Umfange zu verwenden, führte in der Nachkriegszeit zu einer weiteren Verbreitung der Stromwärmegeräte. Der Gedanke, den billig abzugebenden Nachtstrom in den Dienst dieser Bewegung zu stellen, brachte die Ausbildung des Heißwasserspeichers, der in vielen Versorgungsgebieten ein wichtiger Stromverbraucher geworden ist.

Während die elektrische Raumheizung in Wohnungen sich heute noch auf die Verwendung einzelner Geräte für die Übergangszeit oder als Zusatzheizung beschränkt, hat die elektrische Küche große Fortschritte gemacht. Die Erfahrungen in wirtschaftlicher Hinsicht sind durchaus günstig, ebenso ist auch die Einfügung des Stromverbrauchsdiagrammes größerer mit elektrischen Küchen versehener Blocks in die Kraftwerksbelastung eine zufriedenstellende[1]. Die Durchbildung der Elektroherde hat unter diesen Verhältnissen in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht, auch die dem elektrischen Betrieb angepaßten Kochverfahren sind weit durchgebildet worden, weil nur so die Vorzüge, Verwendung einer begrenzten Hitze, die genaue Regelmöglichkeit, voll zur Geltung zu bringen sind. Hierher gehört auch das selbsttätige Kochen bei den Haubenkochgeräten, bei welchen die Mahlzeiten in Töpfen vorbereitet auf die Kochplatten aufgesetzt und nach Überstülpen der Haube und Einschalten des Stromes sich selbst überlassen bleiben. Ein Temperaturregler sorgt für Abschaltung und bei sinkender Temperatur für Wiedereinschaltung des Stromes. In Abb. 1 ist ein sog. Sparvollherd dargestellt, der neben der selbsttätigen Kocheinrichtung (im Bilde links) noch zwei Normalplatten und im Unterteil ein Brat- und Backrohr enthält, so daß auch den Bedürfnissen einer vielseitigeren Küche Rechnung getragen ist.

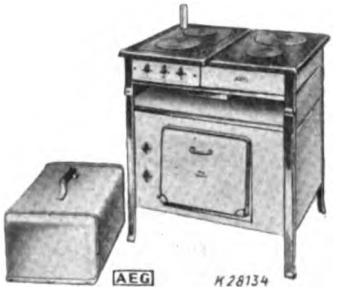


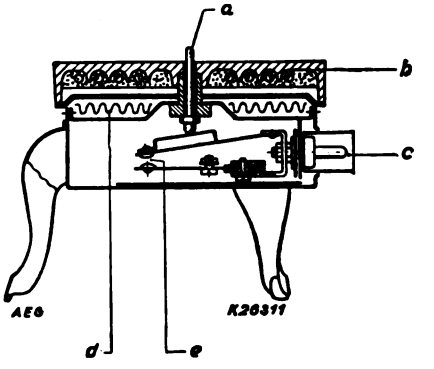
Abb. 1. Sparvollherd.

Der Elektroherd ist dem Kohleherd hinsichtlich Betriebsbereitschaft in jedem Falle überlegen. Immerhin benötigt die elektrische Kochplatte eine gewisse Anheizzeit, die für die Anfertigung ganzer Mahlzeiten im täglichen Küchenbetrieb nicht ins Gewicht fällt. Trotzdem besteht das Bedürfnis, z. B. für die gelegentliche rasche Anfertigung von Bratgerichten (Spiegeleier, Schnitzel usw.), ein sich noch rascher aufheizendes Gerät zu besitzen. Hierzu eignen sich als Zusatzgerät direkt beheizte Stielbratpfannen (Abb. 2) mit sehr kurzer Aufheizzeit. Auch gibt es Schnellkochplatten, die z. B. zur raschen Bereitung von Frühstück dienen sollen und eine höhere Beheizungsleistung besitzen. Die in Abb. 3 dargestellte Platte hat bei 145 mm Dmr. eine Nennaufnahme von 1200 W. Sie besitzt einen in der Plattenmitte herausragenden Stift, der den Stromkontakt nur beim Aufsetzen eines Kochgefäßes schließt. Die Platte wird also nach Abnehmen des Geschirres selbsttätig abgeschaltet. Es wäre aber abwegig, wollte man nur zum Zwecke der raschen Aufheizung sämtliche Kochplatten mit einer erhöhten Leistung betreiben, ein Punkt, der noch nachstehend näher behandelt wird.

Bekanntlich hat sich auch für Hotels, Gasthäuser sowie auch für Krankenhäuser, Kantinen und Speiseanstalten aller Art die elektrische Großküche mit Erfolg eingeführt. So wichtig und oft allein ausschlaggebend die Tarifbildung seitens des Elektrizitätswerkes im Kampf gegen Kohle oder Gas auch ist, so ist es aber für das weitere Eindringen der elektrischen Küche in öffentliche oder gewerbliche Anlagen nicht minder wichtig, daß auch von seiten der Elektroindustrie der richtigen Planung und der Ausbildung der Geräte nach der stromwirtschaftlichen Seite ein besonderes Augenmerk gewidmet wird.

Abb. 2. Stielbratpfanne, elektrisch beheizt.

Unter Verkennung der Eigenart des elektrischen Betriebes und des tatsächlich Notwendigen läßt man sich leicht zu einer immer weiteren Steigerung der Beheizung der Geräte treiben und sieht oft darin das beste Mittel im Wettkampfe mit den anderen Beheizungsverfahren. Hierbei ist dann die hohe Temperatur der gedeckten gasbefeuerten Platte des neuzeitlichen Großgasherdes das Ziel, dem man glaubt nachstreben zu müssen, ohne Rücksicht auf die Nachteile, die man in Kauf nehmen muß. Der schwerstwiegende Grund ist der, daß eine übermäßige Steigerung der Plattenbeheizung zu einer nicht tragbaren Stromverschwendung führt, besonders wenn der ganze Herd mit solchen Höchstleistungsplatten besetzt wird.



a Druckstift
b Kochplatte
c Anschluß
d Wärmeisolation
e Schalter

Abb. 3. AEG-Schnellkochplatte mit selbsttätiger Ein- und Ausschaltung.

Es kann dem entgegengehalten werden, daß ja der Koch die Beheizung der Platten durch Bedienung der Schalter herunterregeln kann, wozu aber die Köche in Großbetrieben bei angestrengtem Betrieb oft nicht Zeit genug finden. Ferner liegt auch bei zu hoch getriebener Beheizung die unterste Heizstufe noch höher, als dies für das richtige Fortkochen vieler Speisen wünschenswert ist.

Die Köche bevorzugen im allgemeinen den Kohleherd gegenüber dem Gasherd, weil sich hier aus der Art des Aufbaues Abstufungen der Hitze ergeben, wie sie den Köchen erwünscht sind, was sich aber auch beim elektrischen Betrieb unschwer erreichen läßt.

Der in Abb. 4 dargestellte Großküchenherd trägt diesen Erwägungen Rechnung. Der Herd besteht aus drei teils mit runden Kochplatten besetzten und im Unterteil mit durchgehenden Bratrohren und Wärmeschränken versehenen Teilen. Zwischen den mit runden Kochplatten versehenen Abschnitten der Herdfläche befinden sich durchgehende rechteckige Platten mit schwächerer Beheizung. Dieselbe ist so bemessen, daß auf ihnen ein Fort-

[1] Vgl. Matthias u. Junck, Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, S. 333 (1932).

Digitized by Google

kochen bzw. ein Warmhalten angekochter Speisen möglich ist. Hierzu erhielt die mittlere Platte bei 700 · 1100 mm Fläche eine Beheizung von 5 kW, die kleinere Endplatte bei 800 · 1100 mm eine solche von 4 kW und diejenige mit den größten Abmessungen von 1250 · 1100 mm 6 kW (in der Abb. abgehoben). Der Herd ist so aufgestellt, daß die große Wärmplatte der Ausgabe zugekehrt ist. Die

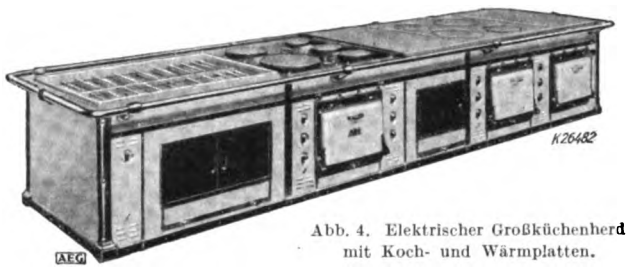


Abb. 4. Elektrischer Großküchenherd mit Koch- und Wärmplatten.

Beheizung der runden Platten von 400 mm Dmr. beträgt 5 kW, der daneben befindlichen von 300 mm Dmr. 3 kW, die 3 hinterander liegenden Platten von 220 bzw. 180 mm Dmr. besitzen die Normalbeheizung von 1,8 und 1,2 kW. Die Praxis hat ergeben, daß diese Beheizung der runden Platten völlig ausreicht, um dem Bratenkoch die richtige Ausführung aller seiner Arbeiten zu gestatten. Ferner dienen sie zum Ankochen der Speisen in Töpfen. Für die Herstellung der Zwischengerichte sowie zum Fortkochen treten die Wärmplatten an ihre Stelle, auch zur Aufnahme größerer Gefäße, wie Fisch- und Gemüsewannen oder fertig bereiteter Tunken.

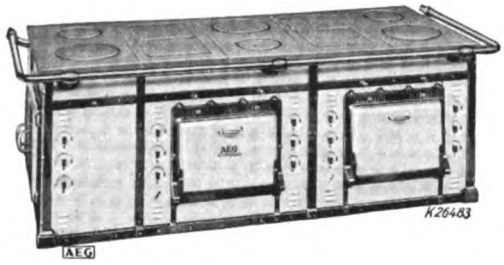


Abb. 5. Elektrischer Großküchenherd mit runden und rechteckigen Kochplatten, 2 Bratrohren und seitlichem Wärmschrank.

Die Wärmplatten selbst bestehen aus starken Gußeisenplatten, mit übergreifenden Rändern lose auf dem Herdoberteil aufliegend, ähnlich wie die die runden Kochplatten umfassenden Abdeckplatten, von denen ebenfalls eine abgehoben ist. Die Beheizung der Wärmplatten erfolgt mittels Heizstäben, wie sie bei dem dargestellten Herd auch für die Beheizung der Bratrohre verwendet werden.

In Fällen, wo man sich nicht zu so bequemen Herdabmessungen vielleicht schon aus räumlichen Gründen entschließen kann, wird man sich dann mit schmäleren Wärmplatten begnügen (Abb. 5). Hier besteht jede Wärmplatte aus zwei Teilen von etwa quadratischen Abmessungen. Die Art der Beheizung ist hier ähnlich wie die der runden Kochplatten ausgeführt, d. h. mit in keramischer Masse eingebetteten Heizspiralen auf der Unterseite der Platten selbst.

Abb. 6. Kleinerer elektrisch beheizter Kochkessel in einem Kippgestell.

Da selbst auf schwach beheizten Wärmplatten das Warmhalten verschiedener Tunken, Gemüse usw. eine gewisse Aufsicht erfordert, wenn ein Anhängen oder sonstige Schädigung der Speisen vermieden werden soll, so ist namentlich in großen Küchen mit langer Speisekarte die Verwendung eines Wasserbades (Bainmarie) zweckmäßig, das am besten von vornherein bei der Planung vorzusehen ist und entweder in den Herdoberteil eingebaut oder, wie es in Kasinos und ähnlichen Speiseanstalten üblich ist, als gesondertes Gerät in der Nähe der Speiseausgabe aufgestellt wird. Die Beheizung läßt sich in stromsparender Weise so ausführen, daß man Heizstäbe über dem Boden des Gefäßes im Wasser selbst anordnet.

Unwirtschaftlich ist es, hohe Kochtöpfe großen Inhaltes auf die Herdplatten zu setzen. Außerdem sind sie recht unhandlich und nehmen sehr viel Raum ein. Große Töpfe mit starken ebenen Böden in Sonderausführung sind ferner nicht billig. Man tut deshalb gut, elektrisch beheizte Kessel in den passenden Größen zu beschaffen. Dieselben sind unentbehrlich für Krankenhäuser und Speiseanstalten, in denen größere Mengen Einheitskost hergestellt werden. Derartige Kessel über 100 l Inhalt werden zweckmäßig für sog. indirekte Beheizung ausgeführt, d. h. der meist aus Nirosta oder Nickel hergestellte Innenkessel wird durch ein elektrisch beheiztes Wasserdampfbad umspült und so das Kochgut ohne jede Anbrennungsgefahr fertig gekocht.

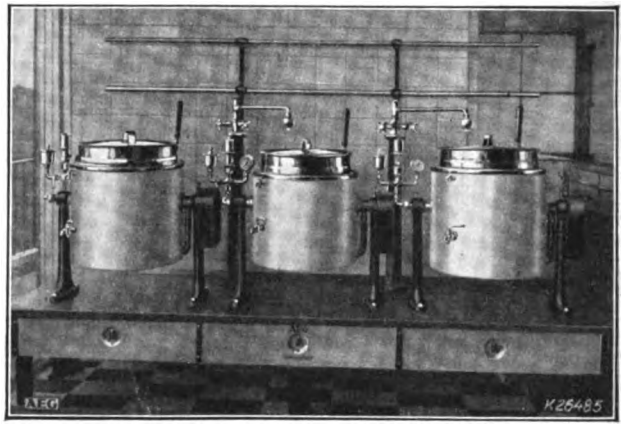


Abb. 7. Kipptopfgruppe mit 3 Kesseln.

Wenn es sich um das Kochen von Wasser, dünnen Suppen usw. in kleineren Mengen handelt, werden Kessel mit einer an den Boden angepreßten Kochplatte, ähnlich den Herdkochplatten, ausgeführt. Der Kessel besteht aus einem Stahlgefäß mit starkem Boden, welches innen emailliert ist. In einem kleineren Kessel für dicke Speisen, Gemüse, Milch, Kakao u. dgl. dient die Kochplatte zur Erwärmung eines Wasserdampfbades, in das der eigentliche Kessel eingehängt ist. Kessel beider Beheizungsarten können auch kippbar zur Befestigung auf dem Boden (Abb. 6) oder in Wandkonsolen ausgeführt oder zu mehreren als Kipptopfgruppe zusammengefaßt werden (Abb. 7). Da bei dieser Anordnung jeder Kessel unabhängig von den anderen, selbst bei indirekter Beheizung, aufgeheizt wird, ergeben sich bei Benutzung nur des einen oder anderen Kessels der Gruppe wesentliche Stromersparnisse gegenüber der sonst vielfach üblichen gemeinsamen Beheizung der ganzen Kipptopfgruppe durch einen einzigen elektrisch beheizten Dampferzeuger. Wesentliche Ersparnisse lassen sich auch im Großküchenbetrieb durch ausreichende Verwendung der oben erwähnten Heißwasserspeicher erzielen, die, mit billigem Nachtstrom beheizt, für Koch- und Spülzwecke Heißwasser liefern.

Abb. 8. Konditorei-Backofen in der Küche einer Großgaststätte.

Ähnlich wie bei den Kesseln kann man auch andere Kochvorgänge vom Herde trennen und in besondere getrennt aufgestellte Geräte verlegen. Ein Beispiel hierfür bietet der in Abb. 8 dargestellte Konditorei-Backofen in der Küche eines Großrestaurants. Wenn man die vielfach recht starke Besetzung des elektrischen Herdes im gleichen Betriebe berücksichtigt, so ist ohne weiteres zu er-

Digitized by Google

Vorteile für den Lichtverbraucher

OSRAM-LAMPEN werden mit dem patentierten Spiralkristall-Draht versehen, wodurch eine früher unbekannte **elastische Steifigkeit des Leuchtdrahtes** erzielt wird.

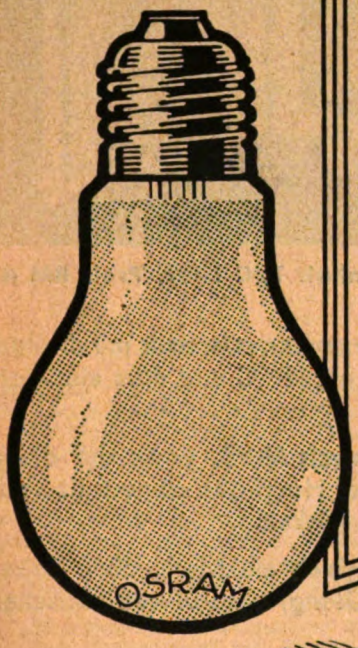
Die Edelgasfüllung ermöglicht durch chemische Reinheit und das Mischungsverhältnis der seltenen Gase, dass die abgegebenen Lichtmengen immer mehr gesteigert werden konnten.

Geschützte Getterverfahren haben doppelte Aufgaben. Sie binden beim Brennen etwa auftretende Gase chemisch und machen das verdampfende Wolfram farblos und lichtdurchlässig.

Fortschritte in der Glaskunde ermöglichen die Herstellung eines ausserordentlich festen, in sich geschlossenen, sprüngelosen Glaskörpers von idealer Lichtdurchlässigkeit.

Die Spitzenlosigkeit der modernen Osram-Lampen, die nach besonders geschützter Methode maschinell gefertigt werden, erhöht weiter die Unempfindlichkeit.

Das Innenmattierungsverfahren, das bei den Osram-Lampen angewendet wird, ist gesetzlich geschützt. Die Augen empfinden das Licht der innenmattierten Lampen angenehm.



OSRAM

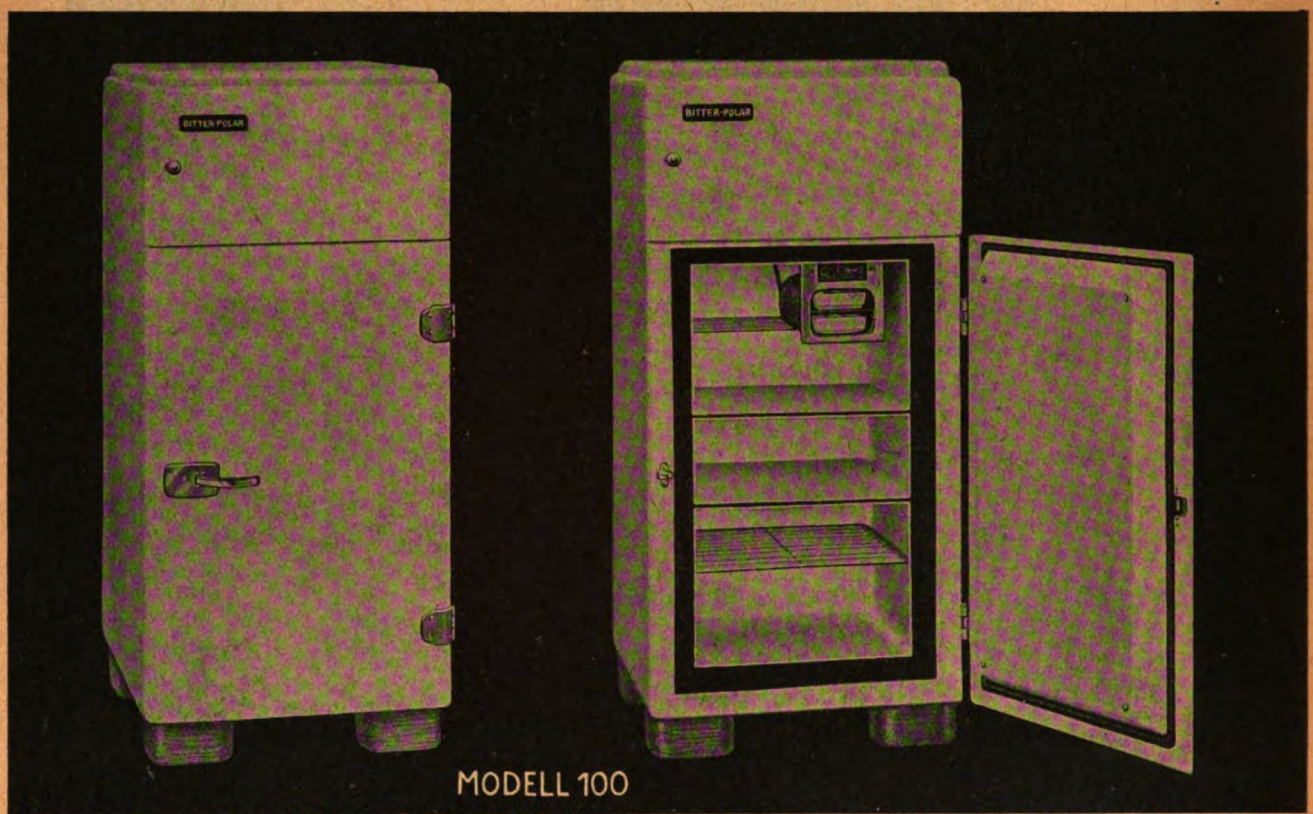
OSRAM

18

Digitized by Google

BITTER-VIERZONEN,

der schöne Kühlschrank im schönen Heim!



Modell 150, Inhalt 150 Liter, Preis RM 545.— **Modell 100, Inhalt 100 Liter, Preis RM 450.—**

● **BITTER-POLAR** ist der vielseitige **Vierzonenschrank** mit dreifach gestaffelter Kühlung, 2°, 6°, 12° C und dem einzigartigen Wärmeabteil.

● **BITTER-POLAR** ist der Kühlschrank **nach Maß**, ganz auf die praktischen Bedürfnisse des Haushalts abgestellt und von überraschender Geräumigkeit.

● **BITTER-POLAR** arbeitet **vollautomatisch** elektrisch, ohne Beaufsichtigung, Wartung und Ölung, absolut betriebssicher und zuverlässig.

● **BITTER-POLAR** wird in Betrieb genommen **ohne Montage**, ohne Installation, ohne Wasseranschluß, nur durch Steckkontakt an die Lichtleitung.

● **BITTER-POLAR** ist beste **deutsche** Werkmannsarbeit, sehr billig und auf Wunsch auch gegen bequeme Teilzahlung zu haben.

Gehen Sie sofort zu Ihrem Elektro- oder Radiohändler und verlangen Sie den hochinteressanten Prospekt 12c, den auch wir Ihnen bereitwilligst übersenden.

BITTER-POLAR-KASSEL
KÜHLSCHRANK G.M.B.H.

Digitized by Google

sehen, wie zweckmäßig diese Trennung der Gebäckherstellung vom Herde ist.

Abb. 9. Elektrischer Grillapparat für einen Großbetrieb.

Auch die Verwendung eines größeren Grillgeräts liegt in Richtung dieser Entwicklung (Abb. 9). Dieses mit einer Entlüftung ins Freie versehene Gerät arbeitet mit strahlender Oberhitze und besitzt im Gegensatz zu den Bratrohren an Stelle von Klapptüren Schiebetüren, die ein bequemeres Arbeiten gestatten. Für manchen Betrieb wird auch ein Kleingrill ein wünschenswertes Zusatzgerät sein.

Man kann auch an Stelle der auf die Kochplatten aufgesetzten Bratpfannen besondere Großbratpfannen verwenden, die vom Herde getrennt aufgestellt werden und zur Herstellung größerer Mengen von Pfannengerichten (Schnitzel, Kotelettes usw.) dienen. Auch Fischbrater lassen sich so ausführen, die dann zweckmäßig mit einer verschließbaren Dunsthaube versehen werden (Abb. 10). Als Zusatzgerät zur Entlastung des Herdes von großen Töpfen, wo von der Beschaffung besonderer Kessel abgesehen wird, kann der Elektrohocker dienen, der infolge seiner niedrigen Bauart das Hantieren mit großen Gefäßen wesentlich erleichtert. Er ist mit einer Großkochplatte versehen.

Abb. 10. Elektrischer Fischbrater mit Dunsthaube.

Man sieht aus den angeführten Beispielen, daß es der elektrische Betrieb gestattet, die Vorzüge des altbewährten Kohleherdes beizubehalten, anderseits aber die namentlich in größeren Betrieben lästige Zusammenballung der Kochvorgänge am Herde zu vermeiden, wenn auch in den meisten Fällen der Herd infolge seiner vielseitigen Verwendungsmöglichkeit in der Großküche nicht entbehrt werden kann.

Entwicklung der Elektroküche.

Von **Ad. Rittershaussen**, Kassel.

Übersicht. Es wird an Hand vergleichender Schaubilder und finanzieller Ergebnisse nachgewiesen, wie die wirtschaftlichen Verhältnisse zwingen können, in schnellem Tempo von der Gas- zur Elektroküche überzugehen.

Wer die Entwicklung des Gaslichtes vom Schnitt- über den Argandbrenner zum Gasglühlicht und dann die restlose Verdrängung dieses durch die elektrische Metallfadenlampe, und wer ebenso aus nächster Nähe das Werden des Gasmotors und dann dessen völliges Verschwinden und Ersatz durch den Elektromotor mitgemacht hat, erkennt deutlich, daß jetzt auch die Gasküche den Höhepunkt ihrer Entwicklung überschritten hat. Wenn die Anzeichen nicht trügen, wird durch die Eigenart der gegenwärtigen Verhältnisse die Überflügelung der Gas- durch die Elektroküche schneller als bisher vor sich gehen.

Ehedem überragten die Gaswerke alle anderen Versorgungsbetriebe an Kapital, Umsatz und Gewinn. Ihre finanzielle Machtstellung ermöglichte ein kräftiges Zur-Wehrsetzen gegen den Eroberer, die Elektrizität. Das hat sich geändert, jetzt regiert die Kapitalarmut; sie zwingt uns, den wirtschaftlichsten Weg zu gehen.

Wenn in einer Stadt die Versorgungsbetriebe unter einer Verwaltung stehen, geben die gleichartig verwalteten Betriebe gute Gelegenheit, die Entwicklung und die zu treffenden Maßnahmen ohne Voreingenommenheit zu untersuchen. Das gilt z. B. für die „Städtischen Werke AG. Kassel", welche Gas, Wasser, Elektrizität und das Hallenbad betreiben. Ihr Leiter ist aus dem Gaswerksbetrieb hervorgegangen. Wegen des guten statistischen Materials bildet diese AG. ein lehrreiches Objekt.

Nach entsprechenden Abschreibungen und Leistung einer Konzessionsgebühr haben die Werke im letzten Jahr 9 % Dividende verteilt. Nicht nur das Wasserwerk, auch das Gaswerk hat diese Dividende nicht verdient; letzteres z. B. erzielte nur 2,7 % über das in diesem arbeitende Kapital. Das Elektrizitätswerk hat das Fehlende mehr herauswirtschaften müssen; es hat gewissermaßen das Gaswerk mit durchgeschleppt.

Natürlich drücken die Preissenkungen der Nebenprodukte auf das Ergebnis des Gaswerks; hauptsächlich aber wird das Ergebnis durch die ungesunden Belastungsverhältnisse des Gaswerks geschmälert. Die drei Schaubilder geben hierüber Aufschluß.

Abb. 1 bringt die Belastungskurve am Tage der höchsten Gasabgabe des Kasseler Gaswerks (Sonnabend, den 23. V. 1931); darunter steht die Stromabgabe des Elektrizitätswerks am gleichen Tage.

Abb. 2 zeigt die Gasabgabe am Tage der höchsten stündlichen Abgabe (Sonntag, den 14. VI. 1931). Das Bild bringt den Beweis, daß tatsächlich die Gasküche die außerordentliche Verbrauchspitze verursacht und nicht irgendein gewerblicher Abnehmer.

Abb. 3 zeigt die Belastung am Tage der höchsten Stromabgabe (Freitag, den 4. XII. 1931) und die Gasabgabe am gleichen Tage. Im Winter tritt vielfach an die Stelle des Gasherdes der Kohlenherd; daher die verminderte Gasabgabe.

Die Schaubilder zeigen:

1. eine erschreckende Gasküchenspitze, gegen welche die Stromlichtspitze beinahe verschwindet;
2. den ungenügenden Ausgleich des Küchengasverbrauchs durch Gewerbe und Industrie;
3. den grundsätzlichen Unterschied zwischen der Versorgung der Gasküche und der Elektroküche. Die Gasküche ist der Spitzenverbraucher, sie bedingt den Kapitalaufwand für Werk und Rohrnetz und muß die volle Verzinsung und Abschreibung hierfür tragen.

Ganz im Gegensatz dazu stehen bei der Elektroküche und dem Nacht-Heißwasserspeicher noch auf Jahre hinaus die unwirtschaftlichen Täler in der Belastungskurve zu ihrer Versorgung zur Verfügung. Beide Abnehmer verursachen keinen Kapitalaufwand, sondern nur zusätzliche

Digitized by Google

Kosten. Sie betragen in Kassel für zusätzliche Kohlen einschließlich aller Verluste nur 1,2 Rpf je kWh bei neuerdings 10 bzw. 5,5 Rpf Strompreis für Küche bzw. Nachtspeicher.

In der Gasküche werden allgemein und ständig steigend Wasserdurchlauferhitzer verwendet, die die Küchenspitze derart hinauftreiben, wie es Abb. 2 erkennen läßt. Diese Belastung erfordert Rohrnetzquerschnitte, die kaum ausgenutzt werden. Nicht ohne Grund befürwortet der Verfasser als Vater des elektrischen Heißwasserspeichers nun schon 21 Jahre[1] die Erzeugung des heißen Wassers in der Nacht, denn wir haben gelernt, daß die Elektroküche o h n e Nachtspeicher in der Mittagspitze mindestens die doppelte Belastung erzeugt wie m i t Nachtspeicher. Das ist bei der Gasküche nicht anders; was das zu bedeuten hat, zeigt die Abb. 2.

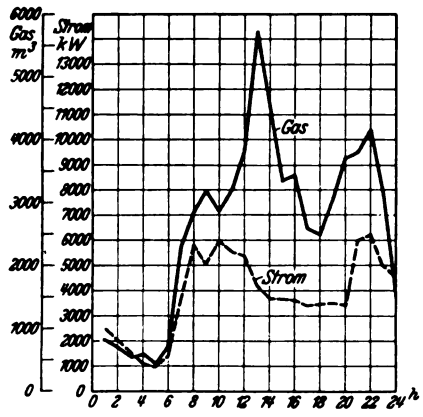


Abb. 1. Gas- und Stromabsatz in Kassel am Tage des höchsten Gasverbrauchs, 63 360 m³ und 87 980 kWh.

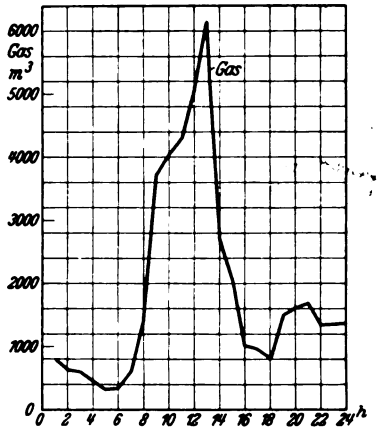


Abb. 2. Gasabsatz in Kassel am Tage der höchsten Stundenabgabe, 44 970 m³ an diesem Tage.

Der L i c h t s t r o m p r e i s betrug:
bis Ende 1928 42 Rpf mit Mengenrabatten, hinterher 45 Rpf mit Mengenrabatten und neuerdings wahlweise ein Grundgebührentarif mit 18 Rpf je kWh.

Der K r a f t s t r o m p r e i s betrug:
bis Ende 1928 30 Rpf mit Mengenrabatten, hinterher 25 Rpf.

Der K o c h s t r o m wurde nach dem Kraftstrom berechnet mit etwa 22 Rpf und auch nach einem Zwischenzähler mit 12 Rpf; ab Juli 1931 überhaupt mit 12 Rpf und jetzt mit 10 Rpf je kWh.

Der N a c h t s t r o m betrug bis Ende 1929 8 Rpf, dann 6 Rpf und neuerdings 5,5 Rpf je kWh.

Man bemerkt bereits eine langsame Umstellung; die wirtschaftliche Entwicklung fordert aber weitergehende Maßnahmen.

Bei den obenerwähnten wirtschaftlichen Ergebnissen der Kasseler Werke, die auch darin zum Ausdruck kommen, daß von je 100 RM Einnahmen das Gaswerk 22 RM, dagegen das Elektrizitätswerk 37 RM für Konzessionsgebühr und Dividende an den Kasseler Stadtsäckel abführt, sowie unter Berücksichtigung der Schaubilder ergibt sich von selbst, daß alles, was gleichwertig und gleichpreisig durch Strom geleistet werden kann, auf das Elektrizitätswerk gelegt werden muß; an erster Stelle gilt das für die Haushaltsküche. Dadurch wird an Kapital gespart, der Gewinn für die Gemeinde wird erhöht oder noch besser, es kann ohne Ausfall für die Gemeinde auf die Dauer eine allgemeine Preissenkung vorgenommen werden. Es wäre falsch, in Wohnvierteln, die bereits mit Strom versorgt werden, nachträglich noch Gasleitungen zu legen. Auch die Kosten für Werbung und Kapitalaufwendungen für Abzahlungsgeschäfte in Gasherden und Gasboilern wären unrichtig, solange der Gasverbrauch für Gewerbe und Industrie die Benutzungsdauer und damit die Rentabilität des Gaswerks nicht ganz wesentlich verbessert hat. Das gleiche gilt überhaupt für Erweiterungen des Rohrnetzes, solange das Elektrizitätswerk ohne Kapitalaufwendungen einspringen kann. Schon der Kapitalmangel fordert gebieterisch die Beachtung dieser Tatsache.

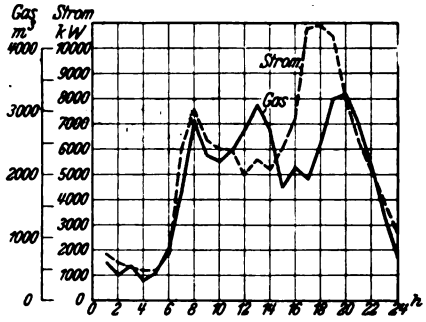


Abb. 3. Gas- und Stromabsatz in Kassel am Tage des höchsten Stromverbrauchs, 45 160 m³ und 124 000 kWh.

Unter keinen Umständen dürfen die Elektrizitätswerke in die Fehler der Gasküche mit ihrem Durchlauferhitzer verfallen. Wie schon so häufig, weist der Verfasser auch jetzt wieder ausdrücklich darauf hin, daß in der Zukunft die Belastungstäler in der Stromkurve nur dann für die Elektroküche ausreichen, wenn die elektrische Heißwassererzeugung für den Haushalt unter allen Umständen und mit jedem zulässigen Zwang in die Nacht verlegt wird, ganz gleichgültig, ob es sich um große oder kleine Werke handelt.

Die jahrelange Vernachlässigung der wirtschaftlichen Grundsätze und Lehren, aus denen der elektrische Nachtspeicher entstanden und entwickelt ist, die ungewöhnlich starke Werbetätigkeit und die erleichterten Anschlußbedingungen für Gasherde und Gasdurchlauferhitzer haben in Kassel zu den aus Abb. 1 ersichtlichen unwirtschaftlichen Belastungsverhältnissen geführt, die mittags eine gewaltige Gasspitze und nachts, zwischen 23 h und 7 h, einen starken Abfall der Stromkurve zur Folge hatten. Auch die nachfolgende kleine Statistik über angeschlossene elektrische Heißwasserspeicher zeigt die Folgen der unrichtigen Handhabung der Anschlußbewegung in Kassel; in runden Zahlen ist je 1 Speicher vorhanden

in Amsterdam	auf etwa	40	Einwohner
in der Schweiz	„ „	50	„
in der Provinz Ontario, Kanada	„ „	130	„
in Hamburg	„ „	400	„
in Deutschland	„ „	1400	„
in Kassel	„ „	1800	„

Die angeführten wirtschaftlichen Ergebnisse und die Schaubilder beziehen sich auf das Geschäftsjahr 1931; sie zeigen die Auswirkungen einer jahrelangen Tarif- und Anschlußpolitik. Bekanntlich ist die Preisrelation allein nicht ausschlaggebend; dennoch werden die Preise der letzten Jahre interessieren:

Der G a s p r e i s betrug:
bis Ende 1928 16 Rpf mit Mengenrabatten herunter bis 12 Rpf,
bis Ende 1931 20 Rpf mit Mengenrabatten herunter bis 15 Rpf, hinterher 18 Rpf mit Mengenrabatten und neuerdings wahlweise ein Grundgebührentarif mit 11 Rpf je m³.

Sicher ist die Zeit nicht mehr fern, in der man nicht nur in Kassel, sondern ganz allgemein aus obigen Verhältnissen die Lehre zieht, in billigen Kleinwohnungen überhaupt die Gasleitungen zu sparen und mit geringen Mehrkosten die Stärke der elektrischen Leitungen sofort für die vollelektrische Küche vorzusehen, bis schließlich die gleiche Forderung für alle Neubauten eine Selbstverständlichkeit wird. Auch eine ganze Anzahl anderer Maßnahmen in der gleichen Richtung wird aus wirtschaftlichen Gründen notwendig, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll, da sie sich von selbst ergeben.

Wenn auch die Schaubilder für die Kasseler Betriebe besonderer Art sind, so zeigen sie doch, wie wichtig es ist, solche zusammengelegten Belastungskurven auch für andere Städte anzufertigen. Sie geben ein untrügliches Bild dafür, in welcher Richtung die Werbung zur besten Ausnutzung der angelegten Kapitalien erfolgen muß.

Es weisen also nicht etwa Vorurteile, sondern allein die w i r t s c h a f t l i c h e n Notwendigkeiten den richtigen Weg, den wir zu gehen haben. Diese Notwendigkeiten werden die Überflügelung der Gas- durch die Elektroküche beschleunigen.

[1] ETZ 1912, S. 868.

Digitized by Google

Fehler bei Heizkissen-Temperaturreglern und ihre Beseitigung*.

Von Dr.-Ing. A. C. Wiese, Hannover.

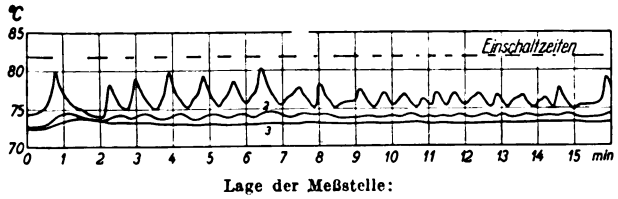
Übersicht. Die Fehler der Heizkissen-Temperaturregler werden untersucht, und die Ursache der Fehler, vor allen Dingen der Schaltstörungen, wird ermittelt. Auf Grund dieser Erkenntnisse ist ein neuer fehlerfreier Temperaturregler entwickelt worden, der sich auch besonders im Dauerbetrieb bewährt.

Die im folgenden behandelten Mängel der Temperaturregler in elektrischen Heizkissen haben bei den normalen Bimetallreglern keinen Einfluß auf die Sicherheit gegen Überhitzung der Kissen, wenn auch die verschiedenen Konstruktionen nicht immer so vollkommen arbeiten, wie man es von ihnen erwartet, und oft schon abschalten, wenn die Temperatur an der Oberfläche der Kissen noch gar nicht den der wahren Schalttemperatur des Reglers entsprechenden Wert erreicht hat. Während der in einem Zeitraum von etwa 4 Jahren durchgeführten Versuche und Beobachtungen des Verfassers ergab sich bei den vielen Millionen überwachten Schaltungen der gebräuchlichen Bimetallregler nicht ein einziger Versager im endgültigen Abschalten. Die verschiedentlich bei einwandfreien Fabrikaten vorgekommenen Unglücksfälle sind auf unsachgemäße oder fahrlässige Behandlung der Kissen zurückzuführen. Z. B. kann bei fehlendem Feuchtigkeitsschutz durch eingedrungenen Schweiß oder Urin ein Teil der Heizwicklung kurzgeschlossen werden, womit auch die in diesem Teil liegenden Regler außer Tätigkeit gesetzt werden. Als Folge davon kann durch übermäßige Leistungszufuhr im trocken liegenden stromführenden Teil der Wicklung die Temperatur in kurzer Zeit so hoch steigen, daß sich die umliegenden Gewebeteile entzünden. Ebenfalls kann durch Verstellen der Regelungschraube am Regler oder durch absichtliches, unbefugtes Kurzschließen der Reglerkontakte oder durch Zerstörung der Regler die Kissentemperatur ungewöhnlich hoch werden, so daß der Benutzer durch Verbrennungen Schaden leiden kann. Werden jedoch die Gebrauchsvorschriften innegehalten, so sind bei einwandfreien Fabrikaten die Bimetallregler durchaus zuverlässig.

Für Heizkissen werden drei verschiedene Gruppen von Reglern benutzt: Einfache Bimetallregler in den verschiedensten Formen, Bimetallregler im Vakuum und Stabausdehnungsregler.

Abb. 1. Prinzip des Bimetallreglers.

Abb. 1 zeigt den Grundsatz der Bimetallregler. Auf einer Grundplatte oder in einem Gehäuse ist ein Bimetallstreifen isoliert befestigt, der sich bei steigender Temperatur mit dem freien Ende nach oben biegt, die beiden Kontakte voneinander trennt und so lange die Leistungszufuhr unterbricht, bis nach Abkühlung bei einer bestimmten Temperatur die Kontakte sich wieder berühren. Bei einwandfreiem Arbeiten der Regler kann man alle 7 ··· 10 min eine Ein- und Ausschaltung erwarten, jedoch ist bei den meisten Reglern die Schalthäufigkeit wesentlich größer und kann in 1 min bis 10, unter Umständen sogar bis über 50 000 betragen. Eine derartig große Schaltzahl kann natürlich nicht durch den Einfluß der Heizwicklung des Kissens zustande kommen, da die Wärmeträgheit dieser Anordnung viel zu groß ist, um häufiger als rd. alle 4 min eine Ein- und Ausschaltung zuzulassen. Der Grund für diese unerwünschten Schaltungen liegt in der Erwärmung des Bimetalles vom Kontakt aus und bei den ganz hohen Schaltzahlen in Schwingungen des Bimetalls, angeregt durch die Kontaktfunken.



Lage der Meßstelle:
1 (obere Kurve) unmittelbar neben Kontakt *2* in der Mitte
3 am festen Ende des Streifens.

Abb. 2. Temperaturverlauf als Funktion der Zeit an drei Stellen eines Bimetallstreifens.

Abb. 2 zeigt den Einfluß der Kontaktwärme. Es stellt den mit Thermoelementen bestimmten Temperaturverlauf an 3 Meßstellen eines Bimetallstreifens dar, und zwar 1. unmittelbar neben dem Kontakt, 2. in der Mitte des Streifens und 3. an der Befestigungstelle des Bimetallstreifens. In kurzen Abständen steigt die Temperatur der Meßstelle 1 um mehrere Grad sehr schnell an, bis die Kontakte unterbrochen werden, während die Meßstelle 2 nur wenig, die Meßstelle 3 kaum merklich höhere Temperaturen annimmt. Damit ist gezeigt, daß die Wärmequelle an der Kontaktstelle liegt. Je nach der Größe des Übergangswiderstandes an der Berührungstelle ist die hier freiwerdende Wärmemenge verschieden. Damit sind auch die Schalthäufigkeit und die Ausschaltzeit veränderlich. Durch starke Kontakterwärmung und damit verbundene lange Ausschaltzeit wird die mittlere zugeführte Leistung kleiner, so daß häufig die Umgebung der Regler im Kissen und auch die Kissenoberfläche beträchtlich tiefere Temperaturen aufweisen als das temperaturempfindliche Glied im Regler, dessen Temperatur nur durch die Kontaktwärme auf dieser Höhe gehalten wird.

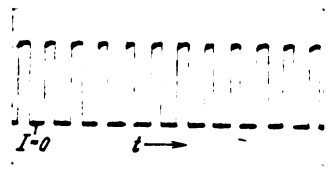


Abb. 3. Stromverlauf bei Fehlschaltungen durch Bimetallschwingung während einer Zeit von $^1/_{17}$ s.

In gleichem Sinne wirken auch die Bimetallschwingungen, durch die die Kontakte z. T. bis 900-mal in der Sekunde getrennt und geschlossen werden. Abb. 3 zeigt die oszillographische Aufnahme eines solchen Schaltvorganges während einer Zeit von $^1/_{17}$ s. Durch diesen Vorgang ändert sich die Bimetalltemperatur nur unwesentlich. Im allgemeinen folgt sie der Kissentemperatur.

Die längste beobachtete derartige Störung der normalen Schalttätigkeit dauerte 36 min ohne Unterbrechung, in welcher Zeit bei einer Schaltzahl von 900 je Sekunde rd. 2 000 000 Ein- und ebensoviele Ausschaltungen erfolgt sind. Neben der hierdurch entstehenden verhältnismäßig starken Kontaktabnutzung und entsprechenden Senkung der Schalttemperatur ist besonders der Einfluß dieser Fehlschaltungen auf den Rundfunkempfang unangenehm. Jeder Schaltfunke macht sich im Lautsprecher eines Rundfunkempfängers durch ein knackendes Geräusch bemerkbar. Bei der schnellen Schaltfolge durch Schwingung des kontakttragenden Streifens entsteht je nach der Regelmäßigkeit der Schaltungen ein entsprechender Ton oder ein Geräusch, wodurch der Rundfunkempfang beträchtlich gestört, unter Umständen sogar unmöglich gemacht wird.

Ein vom Verfasser entwickelter Heizkissen-Temperaturregler, der in Abb. 4 dargestellt ist, vermeidet obige Fehler vollkommen. Die Fehlschaltungen durch Kontaktwärme können bei dieser Konstruktion nicht eintreten, da die Kontakte vom temperaturempfindlichen Glied getrennt sind. Das Bimetall hebt bei Erwärmung mittels eines Isolierknopfes *a* die Strombrücke *b* mit dem daran befestigten Kontakt an und unterbricht so den Stromkreis, in dem der Regler liegt. Das Wesentliche dieser Konstruktion ist neben der Strombrücke *b* der Knopf *a*, der aus wärmeisolierendem Stoff besteht, und der spitz ausgebildete Kontakt an der Strombrücke. Nach den Beobachtungen des Verfassers treten bei derartigen spitz ausgebildeten Kontakten keine Schwingungen der kontakttragenden Federstreifen auf, da der Schaltfunke keine genügende Angriffsfläche zum Abschleudern der Kontakte findet. Das temperaturempfindliche Glied dieses Reglers wird ausschließlich von der

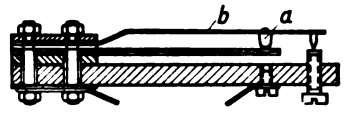
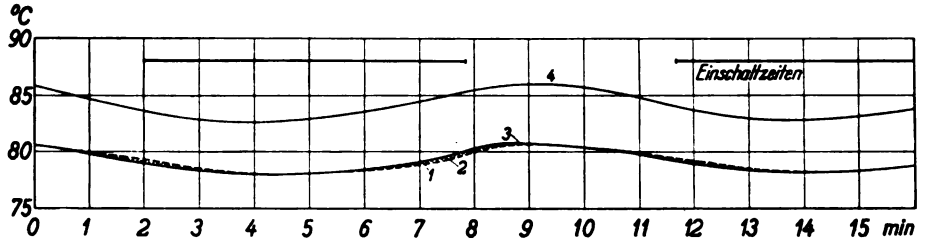


Abb. 4. Störungsfreier Temperaturregler.

* Auszug aus den Mitt. Forschungsinst. Elektrowärmetechnik T. H. Hannover, H. 8, Wiese, Die Temperaturregler und der Regelvorgang im elektr. Heizkissen, und H. 3, Wiese, Rundfunkstörungen u. deren Beseitigung bei Heizkissentemperaturreglern.

Digitized by Google

Temperatur des Heizkissens beeinflußt. Wie Abb. 5 zeigt, erfolgt bei diesem Regler in rd. 10 min eine Ein- und Ausschaltung. Durch diesen Einfluß zeigt die Oberflächentemperatur des Kissens einen periodischen Verlauf, der einer Sinuslinie ähnelt (Kurve *4*). Ähnlich ist der Temperaturverlauf am Bimetall (Kurve *1*, *2* und *3*). Während des Anheizens und des Abkühlens ergeben sich zwischen den Enden des Bimetalls Temperaturdifferenzen von wenigen zehntel Grad, die auf den Wärmefluß zurückzuführen sind, da beim Anheizen das feste Bimetallende und beim Abkühlen das freie Ende höhere Temperaturen aufweist.



Meßstelle:
1 nahe dem Kontakt *2* Mitte des Streifens *3* Ende des Streifens *4* Oberfläche des betr. Heizkissens

Abb. 5. Schalttätigkeit des störungsfreien Reglers und Temperaturverlauf als Funktion der Zeit.

Dieser Regler wurde in einem Dauerversuch von 9 Monaten beobachtet. Es zeigte sich während dieser Zeit nicht eine Fehlschaltung und kein feststellbarer Kontaktabbrand bei den verwendeten Platinkontakten. Dementsprechend war auch die Schalttemperatur trotz des spitzen Kontaktes, also trotz sehr kleiner Kontaktfläche, unverändert geblieben. Das Fehlen jeglichen Kontaktabbrandes erklärt sich bei diesem Regler aus der außerordentlich geringen Schaltzahl. Der Regler hat während dieses ununterbrochenen Dauerversuches rd. 39 000 Ein- und Ausschaltungen gemacht, eine Schaltzahl, die ein fehlerhafter Schalter schon in rd. 45 s erreicht. Man ersieht aus diesem Versuch, daß die Lebensdauer eines solchen störungsfreien Reglers praktisch unbegrenzt ist.

Die Vakuumregler bestehen aus einem Bimetallregler, dessen Bimetall mit einer Heizwicklung versehen ist und der mit all seinen Teilen in ein evakuiertes Glasröhrchen eingebaut ist. Durch den Einfluß der Heizwicklung auf dem Bimetall, die mit der Heizwicklung des Kissens in Reihe geschaltet ist, entsteht ein bestimmtes periodisches Schalten dieses Reglers. Durch Anzapfungen der Bimetallheizwicklung und Einschaltung eines Nebenwiderstandes ist die dieser Wicklung zugeführte Leistung mit einem Regelschalter in drei Stufen veränderlich. Dementsprechend schaltet der Regler bei den höheren zugeführten Leistungen kürzere Zeit ein und längere Zeit aus als bei niedrigeren zugeführten Leistungen, wodurch die der Heizwicklung des Kissens zugeführte mittlere Leistung kleiner wird, so daß mit dem Regelschalter drei verschiedene Temperaturstufen eingehalten werden können. Neben dieser stufenweisen Beeinflussung der Oberflächentemperatur der Heizkissen bei ein und demselben Regler liegt der besondere Vorteil eines Kissens mit derartigem Regler in der Verwendbarkeit für alle Spannungen zwischen 100 und 240 V. Liegt das Kissen an höherer Spannung, so steigt entsprechend die der Bimetallwicklung zugeführte Leistung, wodurch die Einschaltzeit kürzer und die Ausschaltzeit länger wird. Damit wird die mittlere dem Kissen zugeführte Leistung unabhängig von der Spannung nur der Schalterstellung entsprechend konstant gehalten.

Die anfangs behandelten Schaltstörungen treten auch bei diesem Regler auf, sind jedoch wesentlich unbedeutender. Die Fehlschaltungen durch Kontakterwärmung sind kaum erkennbar, da sie die periodische Schalttätigkeit des Reglers noch unterstützt. Die Schaltstörung durch Bimetallschwingung tritt auch auf, doch wird ihre Dauer durch die an und für sich kurze Einschaltzeit zwangläufig schnell beendet.

Bei der dritten Art, den Stabausdehnungsreglern, wird die Ausdehnungsdifferenz zwischen einem Stab und einem Röhrchen aus verschiedenen Metallen mit möglichst großem Unterschied der Ausdehnungskoeffizienten ohne irgendeinen Übersetzungsmechanismus benutzt. Das ergibt natürlich nur einen sehr kleinen Kontaktweg gegenüber einem Bimetall. So ist z. B. bei gleichen Metallkomponenten und gleicher wirksamer Länge beim Bimetallregler rd. der 60fache Kontaktweg gegenüber einem Stabregler vorhanden. Kleine Kontakteinbrände rufen infolgedessen schon erhebliche Veränderungen der Schaltemperatur hervor, so waren z. B. bei den untersuchten Reglern dieser Art die Kontaktabnutzungen schon nach kurzer Betriebsdauer so groß geworden, daß sogar die Regler bei Zimmertemperatur keinen Kontakt mehr gaben. Das Kissen wird also unter diesen Umständen überhaupt nicht erwärmt.

Die Wirtschaftlichkeit elektrischer Raumheizung — eine Frage der Wandkonstruktion.

Von Dr.-Ing. **I. S. Cammerer** und Dipl.-Ing. **H. Krause**, Berlin.

Übersicht. Es wird an einem Beispiel aus der Praxis gezeigt, daß die Anwendung an sich bekannter wärmeschutztechnischer Maßnahmen (Verwendung einer Isolierung, Doppelfenster, richtige Grundrißgestaltung) die Wirtschaftlichkeit einer elektrischen Beheizung ausschlaggebend beeinflußt.

Es ist in der Technik des industriellen Wärmeschutzes eine Selbstverständlichkeit, um so wirksamere Maßnahmen zur Herabminderung des Wärmeverlustes zu treffen, je höher die Gestehungskosten einer verbrauchten Wärmeeinheit sind. Es ist daher überraschend, daß man die elektrische Wohnraumheizung in normalen Gebäudekonstruktionen anzuwenden versucht, obgleich der Wärmepreis hierbei selbst in günstigen Fällen mindestens das 2,5 ··· 9fache des Wärmepreises bei Zentralheizung beträgt.

Eine kurze Untersuchung der Vorteile einer Anpassung der Hauskonstruktion an den hohen Wärmepreis der elektrischen Beheizung erscheint daher geboten. Als Beispiel sei ein Versuch gewählt, der in der bekannten Weißenhof-Siedlung bei Stuttgart an einem Doppelhaus mit Gas- und elektrischer Heizung durchgeführt wurde[1] und wobei sich für den Winter 1928/29 bei elektrischer Beheizung trotz eines Strompreises von nur 2 Pf/kWh 180 RM Heizungskosten im Monat ergaben. Abb. 1 gibt Grund- und Aufriß der betreffenden Haushälfte. Die Wärmedurchgangszahlen der Begrenzungswände sind auf Grund der neuesten Erkenntnisse[2] in Zahlentafel 1 errechnet. Un-

Zahlentafel 1. Heizstromverbrauch eines Hauses bei normaler und bei isolierter Wandkonstruktion.

Mittlere Außentemperatur	0 ° C	Erdreich	7 ° C
Wohn- u. Schlafräume	20 ° C	Keller	10 ° C
Diele, Treppenhaus	15 ° C	Heizperiode	220 Tage

	Fläche in m²	ohne Korkisolation und Doppelfenster		mit Korkisolation und Doppelfenster	
		Wärmedurchgangszahl in kcal/m² h °C	Wärmeverlust in kcal/h	Wärmedurchgangszahl in kcal/m² h °C	Wärmeverlust kcal/h
Wände	103,8	1,57	3 353	0,51	1142
Fußboden	71,6	1,07	830	1,07	830
Fenster	42,4	4,5	4 943	3,0	3297
Türen	6,4	4,5	625	3,0	625
Dach	81,4	1,08	1 765	0,44	715
Gesamtwärmeverlust in	kcal/h		11 516		6609
	kW		13,40		7,70
	RM/Monat		193,—		110,—

[1] Vgl. Bericht zum 13. Kongreß für Heizung und Lüftung in Dortmund, Anhang: „Aus der Tätigkeit der Reichsforschungs-Gesellschaft für Wirtschaftlichkeit im Bau- u. Wohnungswesen E.V. Berlin" von A. Rasch. Die dort kritisierte Umwandlung der Elektrowärme zur Warmwasserheizung spielt gegenüber den vorliegenden Betrachtungen keine Rolle von Bedeutung.

[2] z. B. I. S. Cammerer, Gesundh.-Ing. 1931, H. 43.

Digitized by Google

ter Wärmedurchgangszahl wird bekanntlich jene Wärmemenge verstanden, die je Flächen- und Zeiteinheit bei 1 ° Temperaturunterschied zwischen Innen- und Außenluft verloren wird. Die Fenster waren sämtlich doppelt verglaste Einfachfenster, für die nach den Regeln der Zentralheizungsindustrie 1929 eine Wärmedurchgangszahl von 4,5 kcal/m²h °C anzusetzen ist.

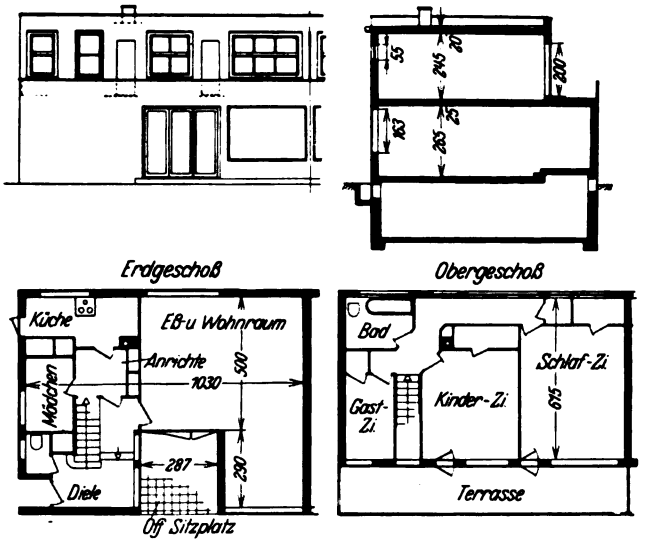


Abb. 1. Grund- und Aufriß des elektrisch geheizten Hauses.

Aus Zahlentafel 1 ergibt sich ein Heizbedarf von 11 516 kcal/h = 13,4 kW. Dem sei nun gegenüber gestellt, welcher Aufwand bei Verwendung eines bewährten Wärmeschutzstoffes erreicht wird. Ohne besondere Betrachtungen über die wirtschaftlichste Stärke anzustellen, sei angenommen, daß die Außenwände und das Dach mit 5 cm starken Korkplatten belegt seien. An den Wandkonstruktionen selbst sei nichts geändert, obwohl man selbstverständlich bei einem Neuentwurf zur Herabsetzung der Kosten die Gesamtkonstruktion anders gestalten würde. Diese Verwendung der Korkisolierung würde den Herstellungspreis des Hauses um 750 RM erhöhen. Gleichzeitig seien die doppelt verglasten Fenster durch Doppelfenster ersetzt, d. h. es seien die Wärmedurchgangsverhältnisse gegenüber Windanfall durch Anwendung einer doppelten Fuge verbessert. Die Mehrkosten hierbei betragen etwa 1,80 RM/m², insgesamt also 76,35 RM.

Wie die Zahlentafel 1 zeigt, die auch die Einzelwerte der verschiedenen wärmeabgebenden Flächen enthält, ist die monatliche Ersparnis selbst bei dem erwähnten niedrigen Strompreis von 2 Pf/kWh für beide Maßnahmen zusammen 83 RM. Daran ändert sich nichts Wesentliches, wenn man in wärmeren Gegenden Deutschlands als Temperaturmittel der Außenluft während der Heizperiode 3 ... 4 ° C annimmt. Die gefundene Stromersparnis beträgt 43 % und sie ließe sich bei völliger Neukonstruktion der Wände zweifelsohne noch günstiger gestalten, vor allem auch im Hinblick auf die notwendigen Anlagekosten für die tragenden Wände.

Die wirtschaftliche Auswirkung der beiden Maßnahmen stellt sich im einzelnen wie folgt:

Ersparnis durch Korkisolierung:
3261 kcal/h = 55 RM/Monat;
Ersparnis durch Doppelfenster:
1646 kcal/h = 28 RM/Monat.

Die Mehraufwendungen sind also durch die Ersparnisse bei der Korkisolierung in 13,6 Monaten, d. h. in weniger als zwei Heizperioden, durch die Doppelfenster in 2,8 Monaten wieder eingebracht[3].

K. Hencky hat schon vor Jahren darauf hingewiesen, daß auch in der Grundrißgestaltung wirksame Maßnahmen zur Verringerung des Wärmebedarfes eines Hauses liegen. Man wird heute zwar nicht mehr die extremen wärmeschutztechnischen Gesichtspunkte als ausschlaggebend betrachten, die Hencky in der Nachkriegszeit dazu führten, an die Außenflächen eines Einzelhauses vor allem den Korridor, das Bad und andere unbewohnte Räume zu legen, sondern man wird mit Recht für die Wohnkultur gewisse Aufwendungen machen. Daß man aber besonders bei elektrischer Heizung manche von den Architekten unter ästhetischen Gesichtspunkten gewählte Lösungen um der Wirtschaftlichkeit willen abändern wird, zeigt gerade das vorliegende Haus. Wenn man allein im Erdgeschoß die Sitznische im Freien von etwa 3 · 3 m Grundfläche in Fortfall kommen läßt, also die Vorderfront des Wohnraumes glatt bis an die Diele durchführt, wobei diese ein Fenster in die Außenwand bekommt, während im Wohnzimmer die vierflügelige, sehr viel Wärme verbrauchende Tür fortfällt, so bedeutet das eine Ersparnis von 1,75 kWh bei nicht isoliertem Haus. Bei Anwendung einer Korkisolierung und von Doppelfenstern wird dadurch die Gesamtersparnis auf 50 % des gefundenen Stromverbrauches gesteigert.

[3] Die Wärmedurchgangszahlen für Fenster und Türen sind in den Regeln der Zentralheizungsindustrie mit Rücksicht darauf, daß auch bei anomal hohem Windanfall die Heizung noch ausreichen muß, ziemlich vorsichtig angenommen, so daß im Durchschnitt der Ausgleich der Mehrkosten für die Doppelfenster durch die Heizersparnisse wohl nur in etwa 4 Monaten eintreten würde.

Der Ausbau der industriellen Elektrowärmeanwendung als volkswirtschaftliche Aufgabe.

Von Dr.-Ing. C. T. Buff, Berlin.

Übersicht. Auch nach voller Gesundung der politischen und wirtschaftlichen Verhältnisse wird sich der internationale Warenaustausch nicht mehr in der gleichen Art und in demselben Ausmaß wie vor der Krise einzustellen vermögen, da die einzelnen Volkswirtschaften ihre Produktionen stark in autarkischem Sinne ausgebaut haben. Diese nicht rückgängig zu machende Umlagerung zwingt im Interesse der Arbeitsbeschaffung für die Bevölkerung dazu, zur Belebung des Inlandabsatzes und der Ausfuhr neue industrielle Aufgaben in Angriff zu nehmen. Als eine derselben hat die Elektrowärme Bedeutung. Das Vorurteil, daß die Kosten der Wärme bei Erzeugung auf elektrischem Wege zu hoch werden, muß als irrig bekämpft werden; über die Wirtschaftlichkeit kann nur eine Vergleichsrechnung im einzelnen Falle Aufschluß geben. Wichtig ist der Hinweis, daß es aber auch auf die Wärmekosten allein nicht ankommt, denn die günstigen Betriebseigenschaften der elektrischen Beheizung können, abgesehen von den allgemeinen Annehmlichkeiten, auf dem industriellen Anwendungsgebiet so große direkte und indirekte Vorteile für die Produktion bewirken, daß diese den Ausschlag geben.

In großer Linie gesehen, hat sich die weltwirtschaftliche Entwicklung seit etwa 100 Jahren in Zusammenhang mit den Fortschritten der industriellen und der Verkehrstechnik in Richtung einer immer weitergehenden internationalen Arbeitsteilung bewegt. Da die Handelspolitik der einzelnen Staaten den Güteraustausch im Durchschnitt nicht wesentlich behinderte, wirkte sich der Wettbewerb dahin aus, daß die Erzeugung eines jeden Gutes mehr und mehr dort konzentriert wurde, wo die günstigsten Bedingungen dafür gegeben waren. So entstanden nach und nach einerseits Länder mit vorwiegender Erzeugung von Agrarprodukten und Rohstoffen, anderseits solche überwiegend industriellen Charakters, welche sich gegenseitig ihre Überschußerzeugnisse abnahmen. Diese allgemeine Entwicklungsrichtung wurde, wenn man von gelegentlichen kleineren Schwankungen in den handelspolitischen Anschauungen und Maßnahmen absieht, nur während zweier Perioden tiefgreifend unterbrochen, nämlich zur Zeit des Weltkrieges und im Verlaufe der heute noch andauernden Weltwirtschaftskrise; beide Male führte die Erschwerung der Einfuhr wichtiger Waren, im einen Falle durch die Sperrung der Grenzen von außen her, im anderen Falle infolge des Dranges nach vermehrter Beschäftigungsmöglichkeit für die brotlos gewordenen einheimischen Arbeitskräfte zum Streben nach Autarkie, d. h. nach einem Wirtschaftszustand, bei welchem die Bedarfsdeckung für alle Güter durch Erzeugung im eigenen Lande ohne Rücksicht auf die Gestehungskosten des einzelnen Gutes erfolgt.

Wenn auch angenommen werden darf, daß nach Wiederherstellung normaler wirtschaftlicher und außenpoliti-

Digitized by Google

scher Verhältnisse die zugunsten der Autarkie sprechenden Momente zurücktreten und die allgemeinen Entwicklungslinien des internationalen Güteraustausches erneut zur Geltung kommen werden, so hat man sich doch darüber klar zu sein, daß die mittlerweile vorgenommenen Umstellungen im autarkischen Sinne, also im besonderen

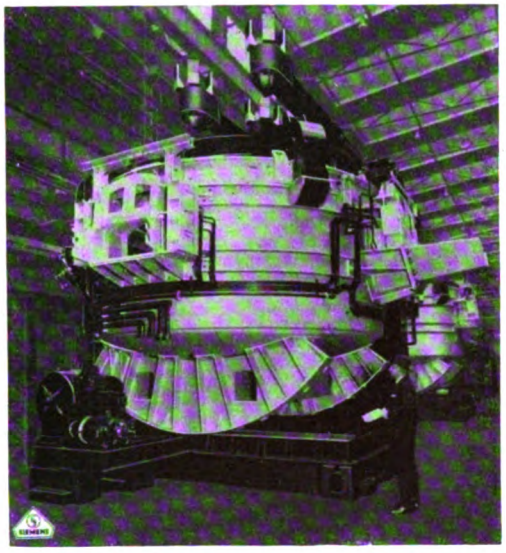


Abb. 1. Elektrischer Lichtbogen-Schmelzofen für 30 t Einsatz, 8000 kVA, zum Erschmelzen hochwertiger Stahllegierungen. Eine elektrisch betriebene Elektrodenregelung hält die Stromaufnahme konstant. Das Bild zeigt den zum Versand an ein ausländisches Edelstahlwerk bestimmten Ofen in der Montagehalle aufgebaut.

die Schaffung von Industrien in Agrarländern und die Steigerung der landwirtschaftlichen Erzeugung in den Industrieländern, nicht kurzerhand rückgängig gemacht werden können. Vielmehr wird jedes Land auch weiterhin bestrebt sein, die einmal gemachten Kapitalinvestitionen nach Möglichkeit weiter auszunutzen und dem dafür eingesetzten Teil seiner Bevölkerung seine Arbeit zu erhalten; namentlich wird man an den getroffenen Maß-

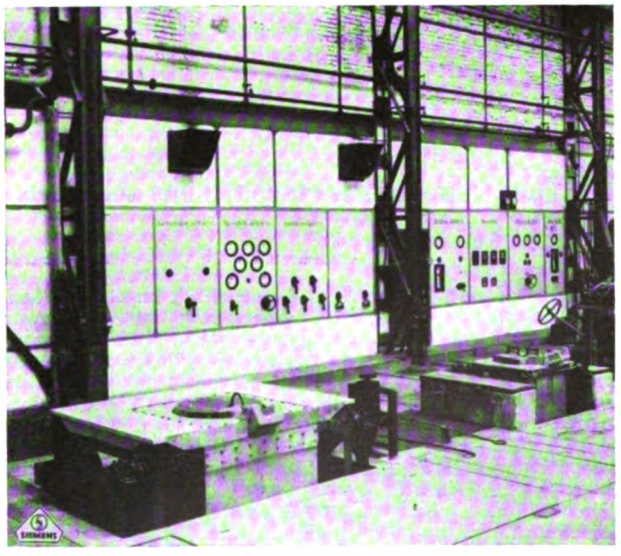


Abb. 2. Zwei Hochfrequenzöfen für 1200 und 800 kg Einsatz, Generatorleistung 300 kW bei 500 Hz, in einem westdeutschen Edelstahlwerk. Die Stromwärme wird durch induktive Übertragung im Bad selbst erzeugt; jede äußere Einwirkung auf die Schmelze entfällt.

nahmen dort festhalten, wo Interessen der nationalen Sicherheit und Unabhängigkeit berührt erscheinen. Die notwendige Folge hiervon ist, daß der früher für die Ausfuhr tätig gewesene Bevölkerungsteil auf seinen alten Arbeitsgebieten nicht mehr voll beschäftigt werden kann. Er muß also entweder allmählich in andere bereits vorhanden gewesene Produktionszweige, welche für den Binnenmarkt des betreffenden Landes arbeiten, übergeleitet werden oder die Möglichkeit erhalten, in zusätzlich geschaffenen Produktionszweigen Waren von höherer Qualität oder neuer Art zu schaffen, welche oberhalb des mittlerweile international erreichten Niveaus liegen und dementsprechend sowohl auf dem Binnen- als auch auf dem Ausfuhrmarkt gehobene oder gänzlich neue Bedürfnisse zu befriedigen vermögen. Die durch die Krisenzeit erzwungene verschärfte Intensivierung der Technik kann dann im End-

Abb. 3. Teilansicht einer elektrischen Blankglühanlage für Bandeisen mit 42 Schachtöfen, Bauart Siemens-Stassinet, für je 3 t Einsatz, in einem westdeutschen Kaltwalzwerk; Gesamtleistung rd. 4000 kW. Je 3 Öfen arbeiten umschichtig; das Glühen erfolgt in einer Wasserstoffatmosphäre. Das geglühte Bandeisen zeichnet sich durch blanke Oberfläche und gute Tiefzieheigenschaften aus.

ergebnis zur Gewinnung neuer Grundlagen für die Fortsetzung der unterbrochen gewesenen Extensiventwicklung führen.

Im Sinne dieser Betrachtungen scheint auf dem Gebiet der Elektroindustrie die Elektrowärmeanwendung berufen zu sein, neue Arbeitsmöglichkeiten zu erschließen. Der Anteil, welchen der Verbrauch für Elektrowärmezwecke bisher am Gesamtverbrauch elektrischer Energie gehabt hat, ist verhältnismäßig klein. Dies erklärt sich einmal daraus, daß unter den verschiedenen Energieformen, aus dem Gesichtswinkel des zu ihrer Herstellung benötigten technischen Aufwandes betrachtet, die Wärmeenergie die geringwertigste Form darstellt, insofern als mit der Erzeugung auf elektrischem Wege weit einfachere Erzeugungsverfahren in Wettbewerb stehen; weiterhin hat der Umstand mitgespielt, daß im Pionierzeitalter der Elektrizitätsversorgung anfangs der Kapitaldienstanteil an den Energiekosten hoch und die verfügbare Energiemenge beschränkt war, so daß der Strompreis zunächst nur denjenigen Anwendungsgebieten der Elektrizität angepaßt wurde, welche Energie in hochwertigerer Form (für Licht, Kraft, chemische Zwecke usw.) benötigten und deshalb zur Tragung höherer Sätze in der Lage waren. Mit zunehmendem Ausbau der Elektrizitätsversorgungsanlagen wurde eine Senkung der Strompreise möglich, und der Zwang für die Elektrizitätswirtschaft, sich infolge des durch die Wirtschaftskrise verringerten Stromverbrauches nach neuen Absatzgebieten umzusehen, führte nun dazu, sich des bisher stark vernachlässigten Gebietes der Elektrowärme mit allem Nachdruck anzunehmen. Diesen Bestrebungen hat die Krise aber auch von der Verbraucherseite her in die Hände gearbeitet, insofern als sie einerseits zur Rationalisierung in der Wärmeanwendung selbst, anderseits zur Qualitätsteigerung bei den unter Wärmebehandlung zu verarbeitenden Waren nötigte und damit zu erhöhten Anforderungen Anlaß gab, welche sich in bevorzugter Weise durch Anwendung von Elektrowärme erfüllen lassen. Die Abb. 1 ··· 9, welche durch die Bildunterschriften näher erläutert sind, zeigen eine Reihe von Beispielen für industrielle Elektrowärmeanwendung, die in ihrer Art als typisch gelten können, aber doch nur eine kleine Auswahl aus der großen Fülle der Möglichkeiten darstellen.

Trotz der vielen und mannigfaltigen Ausführungen, welche mit besten Erfolgen in Betrieb genommen worden sind, muß man sich bei der Werbung für Elektrowärmeanlagen stets darüber klar bleiben, daß die Vorteile der Elektrizitätsanwendung auf dem Wärmegebiet nicht so

Digitized by Google

handgreiflich zutage liegen wie auf anderen Gebieten und deshalb besonderer Herausarbeitung bedürfen. Was zunächst die Wärmekosten selbst anbelangt, so bedeutet zweifellos der trotz aller technischen Fortschritte der letzten Zeit immer noch sehr niedrige thermische Wirkungsgrad der Wärmekraftwerke eine erhebliche Vorbelastung. Um 860 kcal in Form von elektrischer Energie zu liefern, werden in neuzeitlichen Wärmekraftanlagen auch bei günstigen Ausnutzungsverhältnissen mindestens 3500 kcal Brennstoffenergie verbraucht, wozu noch die Verluste in den elektrischen Übertragungseinrichtungen (Leitungen, Umspannwerken) treten; der Wirkungsgrad für die Bereitstellung von Wärme aus Brennstoffenergie auf dem Umwege über die elektrische Übertragung liegt also in der Größenordnung von nur 20 %, einem Wert, der bei flüchtiger Betrachtung prohibitiv erscheinen kann und denn auch dem Werbeingenieur von den Verbrauchern stets entgegengehalten zu werden pflegt. Bei genauerer Überlegung zeigt sich jedoch, daß diesem theoretischen Nachteil der Elektrowärme gegenüber anderen Heizarten praktisch keine ausschlaggebende Bedeutung zukommt.

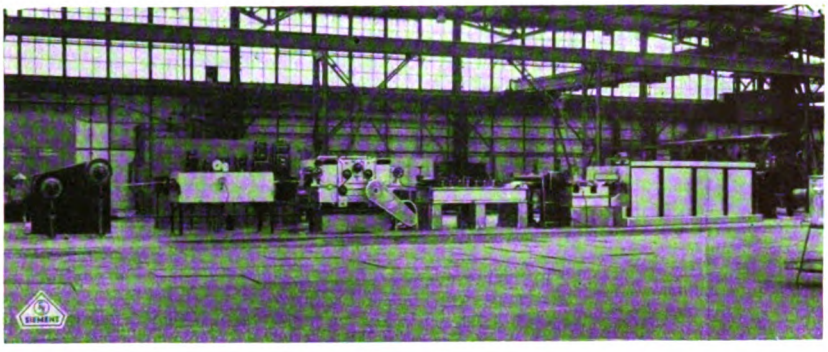


Abb. 4. Elektrische Durchzieh-Glühanlage in einem mitteldeutschen Metallwerk für 600 mm breite Messingbänder, die in einem Zuge den elektrischen Glühofen von 60 kW, ein Beiz- und Reinigungsbad und den elektrischen Trockenofen von 15 kW durchlaufen. Solche kontinuierlich arbeitende Anlagen liefern ein Material, das über die ganze Länge vollkommen gleichmäßig ist.

Abb. 6. Elektrischer Emaillierofen, 200 kW, für Gußwaren, in einem westdeutschen Emaillierwerk. Die reine Ofenatmosphäre und die gleichmäßige Temperaturverteilung ergeben Emailschichten von schönem Glanz und niedrige Ausschußziffern. Die Aufnahme zeigt den Ofen zur Zeit der Beschickung.

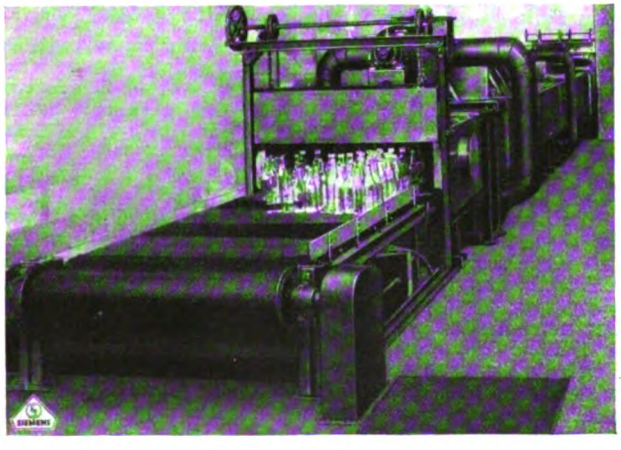


Abb. 7. Elektrischer kontinuierlicher Flaschenglas-Kühlofen, 60 kW, in einer mitteldeutschen Glashütte. Der 24 m lange Ofen setzt täglich 10···15 t durch und arbeitet dank der vorzüglichen Temperaturbeherrschung praktisch ohne Ausschuß; durch die reine Ofenatmosphäre wird jedes Beschlagen der Glasware vermieden.

Der niedrige thermische Übertragungswirkungsgrad wird nämlich zum wesentlichen Teil durch den besseren Wirkungsgrad der Energieumwandlung in den Heizanlagen selbst ausgeglichen, weil die elektrische Beheizung unter Abschluß von dem umgebenden Raum erfolgen kann, Wärmeverluste durch Abgase entfallen und dadurch Geräte von kleinstmöglicher Abmessung und geringsten wärmeabgebenden Oberflächen möglich werden. Unter Voraussetzung nicht allzu ungünstiger Strompreise werden sich infolgedessen die Wärmekosten für elektrische Beheizung meist in derselben Größenordnung halten wie bei anderen Beheizungsarten. Sind, wie es in vielen großen Elektrizitätsversorgungsnetzen der Fall ist, Wasserkräfte ohne Speicherfähigkeit (Flußkraftwerke) an der Stromlieferung beteiligt, so wird man berechtigt sein, zum mindesten einen mehr oder weniger großen Teil der Nachtstromentnahme für Elektrowärmezwecke als durch diese Wasserkräfte bestritten in Ansatz zu bringen und mit entsprechend niedrigen Sätzen zu berechnen, wodurch sich das Kostenbild stark zugunsten der Elektrobeheizung verschieben kann.

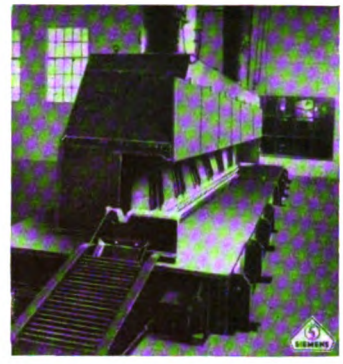


Abb. 5. Elektrisch beheiztes Verzinkungsbad für Rohre von 6,5 m Länge, Heizleistung 230 kW, in einem ausländischen Eisenhüttenwerk. Die elektrische Heizung ermöglicht eine besonders gleichmäßige Verzinkung der Rohre und erhöht die Lebensdauer der Schmelzwannen durch Vermeidung der Stichflammen mit ihren schädlichen, zu Hartzinkbildung führenden Wirkungen.

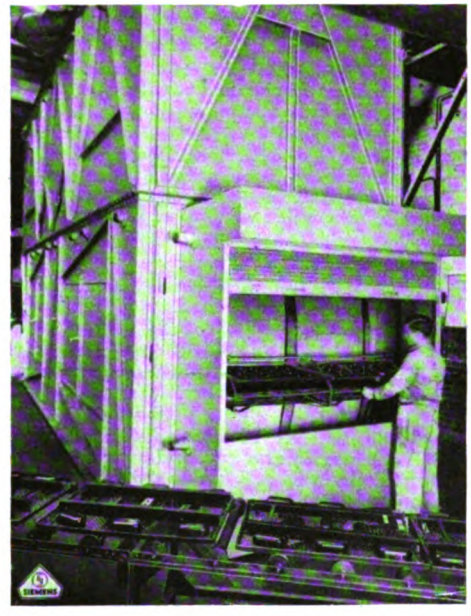


Abb. 8. Elektrischer Wandertrockenofen, 210 kW, in einer Berliner Apparatefabrik. Die lackierten Metallteile durchlaufen auf einer Förderkette mit Hordenschaukeln in auf- und absteigender Bahn mehrere Heizzonen im Ofen. Durch Umwälzung erhitzter Luft wird eine schnelle Trocknung erreicht. Die feine Temperaturabstufung erlaubt gleichmäßige Einhaltung der gewünschten Farbtönung in der Lackschicht.

Digitized by Google

Neben den Wärmekosten müssen jedoch die besonderen Eigenschaften der verschiedenen Erwärmungssysteme gewertet werden, insbesondere bei der industriellen Anwendung ihre Auswirkungen auf die behandelten Waren. Hier zeigt sich in allen wichtigen Punkten eine durchschlagende Überlegenheit der elektrischen Heizung. Über ihre Einfachheit, Sauberkeit und Gefahrlosigkeit ist kein Wort zu verlieren. Infolge der Möglichkeit, die Wärmebehandlungsprozesse unter Abschluß von der äußeren Atmosphäre und unter Vermeidung

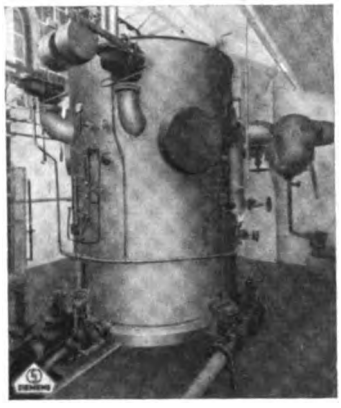


Abb. 9. Hochleistungs-Elektrodendampfkessel, 6000 kW, 5000 V, zur Erzeugung von stündlich 8 t Dampf von 12 atü, in einer ausländischen Papierfabrik. Derselbe ermöglicht die Ausnutzung von überschüssiger Wasserkraftenergie zur Beheizung von Zellulosekochern und Papiermaschinen.

von störenden Luft- und Gasströmungen durchzuführen, spielen sie sich mit großer Gleichmäßigkeit ab. Die hohe Regelfähigkeit und Regelgenauigkeit gestatten eine vollkommene Beherrschung des örtlichen und zeitlichen Temperaturverlaufes und nach Bedarf auch die Anwendung selbsttätig arbeitender Regeleinrichtungen, mit Hilfe deren entweder eine dauernd gleichbleibende Solltemperatur eingehalten oder ein bestimmter beispielsweise für thermisch-physikalische Prozesse als günstig erkannter Temperaturablauf erzwungen werden können (sog. Programmregelung). Auf vielen Anwendungsgebieten hat es der elektrisch geheizte Industrieofen vermocht, die Güte und Gleichmäßigkeit der behandelten Waren günstig zu beeinflussen und ihren Ausfall von der Unvollkommenheit der früheren Handbedienung unabhängig zu machen. Diese Qualitätshebung bedeutet aber in der Praxis Verringerung der Ausschußziffern, erhöhte Sicherheit und Lebensdauer für das einzelne erzeugte Stück, geringere Streuung in den technischen Eigenschaften und infolgedessen unter Umständen Ermöglichung leichterer Konstruktionen (Maschinenteile für Kraftwagen- und Flugzeugbau!). Aus dem Gesagten geht hervor, daß die wesentliche Bedeutung der Elektrowärmeanwendung für die Industrie auf der technologischen Seite liegt. Die Werbung hat also diesem Umstand Rechnung zu tragen und sich ganz besonders auf die technologische Beratung der Interessenten einzustellen.

Der durch die Wirtschaftskrise erschwerte Wettbewerb führte in allen betroffenen Produktionszweigen zwangläufig zu einer verschärften Auslese und gab dadurch einen vermehrten Impuls zur Vervollkommnung der Erzeugnisse und der Erzeugungsverfahren; in Zusammenhang hiermit eröffnen sich der industriellen Elektrowärmeanwendung heute besondere Aussichten. Es ist zu erwarten, daß die gemeinschaftliche Arbeit der Elektroindustrie und der Elektrizitätswerke auf diesem Gebiete dazu beitragen wird, die früheren Elektrizitätsverbrauchsziffern bald nicht nur wieder zu erreichen, sondern zu übertreffen; damit dürften sich auch in absehbarer Zeit die Voraussetzungen dafür ergeben, den in den letzten Jahren stark verlangsamten Ausbau der Krafterzeugungs- und Kraftübertragungsanlagen im In- und Auslande mit erneuter Energie vorwärts zu treiben.

Gegenwärtiger Stand der Elektroschweißung.

Von Obering. Karl Meller, Berlin.

Übersicht. Die Arbeit umfaßt die Lichtbogen- und Widerstandschweißung. Ausgehend von den Anforderungen des Lichtbogens an die Stromquelle, werden Gleichstromschweißung und Wechselstromschweißung, selbsttätige Schweißeinrichtungen und die Elektrodenauswahl besprochen. Die Bedeutung der Lichtbogenschweißung zeigt die Anwendung in den verschiedenen Industrien. Auf dem Gebiete der Widerstandsschweißung wird die Entwicklung von Punkt-, Naht- und Stumpfschweißmaschinen behandelt.

Ein Sondergebiet der Anwendung der Elektrowärme in der Industrie, das immer mehr an Umfang und Bedeutung zunimmt, ist die Elektroschweißung. Dabei kann man grundsätzlich unterscheiden zwischen Lichtbogenschweißung und Widerstandschweißung. In beiden Fällen handelt es sich um die Herstellung molekularer Verbindung von Metallen. Die für diese Verbindung erforderliche Wärme wird bei der Lichtbogenschweißung[1] durch den elektrischen Lichtbogen erzeugt, indem die beiden zu verschweißenden Teile mit Hilfe des Lichtbogens erwärmt werden, wobei meistens noch Material zugegeben wird. Bei der gebräuchlichsten Lichtbogenschweißung wird der Lichtbogen zwischen dem Werkstück und einer Kohleelektrode (Kohlelichtbogen-Schweißung) oder einer Metallelektrode (Metallichtbogen-Schweißung) gezogen. Außerdem sind Verfahren gebräuchlich, bei denen der Lichtbogen zwischen 2 Kohle- oder Wolframelektroden (Arcatomverfahren) gezogen wird, wobei der Lichtbogen durch magnetische Blaswirkung oder durch Gasstrom (Schutzgas)[2] auf die zu erwärmenden Teile gerichtet wird. Die Schutzgasschweißung wird auch bei der Metallichtbogen- und der Kohlelichtbogenschweißung (Langmuir[3] und Arcogen[4]) vorgeschlagen, hat aber noch wenig praktische Bedeutung gefunden.

Bei der Widerstandschweißung erfolgt ein Stromdurchgang an der Berührungstelle der zu verschweißenden Teile, wobei nach entsprechender Erwärmung der Berührungstelle eine Verbindung unter gleichzeitiger Druckausübung stattfindet.

Grundsätzlich unterscheidet man Punktschweißung, bei welcher meistens Bleche durch mehrere Schweißpunkte verbunden werden, ferner die Nahtschweißung, bei welcher diese Verbindung eine fortlaufende Naht darstellt, und die Stumpf- oder Abbrennschweißung, bei welcher zwei Teile stumpf aneinandergeschweißt werden.

Was nun die Lichtbogenschweißung anbelangt, so stammen die Vorschläge für die Anwendung der wichtigsten Schweißverfahren, obzwar diese erst in den letzten Jahren so außerordentliches Interesse gefunden haben, bereits aus den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts. Schlägt man z. B. die ETZ 1887, S. 463, auf, so findet man hier bereits einen Bericht von Rüllmann über das Schweißen mit Kohlelichtbogen, wobei bereits bemerkenswerte Ergebnisse erzielt worden sind. Trotzdem konnte die Lichtbogenschweißung zur damaligen Zeit keine praktische Bedeutung erlangen, da die Zeit noch nicht für deren Anwendung reif war, und die Elektrotechnik auch andere wichtige Aufgaben zu lösen hatte. Der neue Anstoß zur Einführung der Elektroschweißung in Deutschland erfolgte nach dem Kriege hauptsächlich durch die Elektrofirmen, welche die Bedeutung der Elektroschweißung rechtzeitig erkannten und durch die Einführung und Anwendung derselben ein Absatzgebiet für ihre Erzeugnisse erhofften.

Nachdem in der ersten Zeit die Lichtbogenschweißung hauptsächlich für Instandsetzungsarbeiten verwendet wurde, hat sie besonders in den letzten Jahren in der Fertigung Eingang gefunden, u. zw. nicht nur als Ersatz für die Autogenschweißung und die Nietung, sondern auch als Ersatz für Grauguß und Stahlguß. Daß die Elektroschweißung sich bereits so durchsetzen konnte und auch mit einer weiteren Anwendung zu rechnen ist, ist außer auf die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens zum großen Teil auf die systematische Erforschung der Vor-

[1] Karl Meller, Elektrische Lichtbogenschweißung, 2. Aufl., Verlag Hirzel, Leipzig 1932.
[2] Alexander, Arc Welding in Hydrogen and other Gases. Gen. electr. Rev. Bd. 29, S. 169 (1926).
[3] ETZ 1930, S. 1649. — Weinmann u. Langmuir, Atomic Hydrogen Arc Welding. Gen. electr. Rev. Bd. 29, S. 160 (1926).
[4] Münter, Das kombinierte autogen-elektrische Schweißverfahren Arcogen. Autog. Metallbearb. Bd. 23, S. 328 (1930).

Digitized by Google

gänge im Lichtbogen und im geschmolzenen Metallbad zurückzuführen, ferner auf die Erprobung und Herstellung von geeigneten Elektroden und Zusatzmaterial, weiterhin auf die systematische Prüfung und Untersuchung der Schweißverbindungen und nicht zuletzt auf die Schaffung geeigneter wirtschaftlich und zuverlässig arbeitender Schweißmaschinen. An all diesem gebührt den Elektrofirmen ein ganz erhebliches Verdienst. Besonders bei der Einführung der Lichtbogenschweißung als Ersatz von gegossenen Konstruktionen sind die Elektrofirmen in ihren eigenen Werkstätten führend vorangegangen und haben so auf vielen anderen Arbeitsgebieten befruchtend gewirkt.

Was die einzelnen Probleme der Lichtbogenschweißung anbelangt, so sind die rein physikalischen Vorgänge im Lichtbogen leider noch keineswegs endgültig geklärt. Hingegen sind in bezug auf den Materialübergang z. B. zwischen Metallelektrode und Werkstück durch oszillographische Aufnahmen und durch Filmaufnahmen (Thun-Hilpert[5]) Erkenntnisse gesammelt worden, die bereits ein gutes Bild über die Vorgänge geben. Es zeigt sich nämlich, daß der Materialübergang hauptsächlich in Tropfenform erfolgt, wobei sowohl die Zahl der Tropfen als auch ihre Größe und Form je nach Elektrodenbeschaffenheit, Stromstärke und Lichtbogenlänge sich ändern. Auch über die chemischen Vorgänge im Lichtbogen und im Materialbad liegen bereits zahlreiche Untersuchungen vor, welche die Zusammensetzung des Stabes und der Ummantelung sowie die Zusammensetzung des Werkstückes berücksichtigen und als Grundlage dienen, um die physikalischen Eigenschaften der Schweißverbindungen auch bei hochwertigem Material den gestellten Forderungen weitestgehend anzupassen. Jedoch stehen wir auch hier noch nicht am Ende der Entwicklung. Im allgemeinen werden in Deutschland für Schweißungen von den gebräuchlichsten Stahlsorten, wie St 37, blanke Schweißstäbe verwendet, wohingegen die ummantelten Stäbe dann vorzuziehen sind, wenn es sich um hochlegierte Stähle handelt oder in bezug auf die Eigenschaften der Schweißnaht (Schmiedbarkeit, Verschleißfestigkeit, Härte, Dehnung) besonders hohe Anforderungen gestellt werden. Dabei hat sich jedoch besonders in letzter Zeit die Erkenntnis durchgesetzt, daß man nicht nur auf die Qualität der Schweißung allein achten muß, sondern daß besonders bei Dauerbeanspruchungen die Form der Schweißverbindung von ganz ausschlaggebender Bedeutung ist.

Das Zünden des elektrischen Lichtbogens zwischen Werkstück und Elektrode, das durch erstmaliges Berühren und dementsprechendes Kurzschließen des Stromkreises und Abheben der Elektrode erfolgt, sowie die Schwankungen in der Länge des Lichtbogens, ferner die magnetischen und Luftstörungen beim Schweißen stellen an die Stromquellen besondere Anforderungen. So muß zum Zünden die Spannung wesentlich höher sein als die Brennspannung des Lichtbogens, die bei der gebräuchlichen Metallichtbogen-Schweißung etwa 20 V beträgt. Außerdem sind die Begrenzung des Kurzschlußstromes und eine leichte Einstellbarkeit der Stromstärke beim Schweißen Vorbedingung.

Anfänglich wurde mit Gleichstrom von einem Netz mit konstanter Spannung geschweißt und die für das Schweißen erforderliche Strom- und Spannungscharakteristik durch Vorschalten entsprechend großer ohmscher Widerstände erreicht. Dadurch ergab sich ein außerordentlich schlechter Wirkungsgrad der Schweißanlage (Wirkungsgrad etwa 15 %). Daher sind Schweißanlagen unter Verwendung von Vorschaltwiderständen heute im allgemeinen nur bei Mehrstellen-Schweißanlagen und niedrigen Stromtarifen gebräuchlich, wobei man unter Verwendung von induktiven Widerständen auf eine möglichst niedrige Netzspannung (45 ··· 55 V) heruntergeht, um einen möglichst hohen Wirkungsgrad zu erreichen.

Abb. 1 zeigt eine solche Stromerzeugungsanlage, bestehend aus 4 Generatoren von zusammen 8000 A Dauerleistung.

Wesentlich gebräuchlicher sind sog. Einstellen-Schweißumformer, die im wesentlichen aus dem Antriebsmotor und der Schweißdynamo und den dazugehörigen Apparaten bestehen und meistens fahrbar eingerichtet sind.

Die zum einwandfreien Schweißen erforderliche Strom- und Spannungscharakteristik wird im Gegensatz zu der Netzschweißung, bei welcher Konstant-Spannungsmaschinen und Vorschaltwiderstände verwendet werden, durch eine besondere Schaltung und Ausführung des Schweißgenerators erreicht. Von den Hilfsmitteln, die bei fremd- und selbsterregten Maschinen angewandt werden, wären besonders zu erwähnen: Gegenschlußwicklung, hohe Ankerrückwirkung und große Streuung. Bei den vielfach verwendeten sog. Querfeldmaschinen[6] wird durch bevorzugte Ausbildung eines quer zum Feld liegenden Ankerfeldes die gewünschte Charakteristik erreicht.

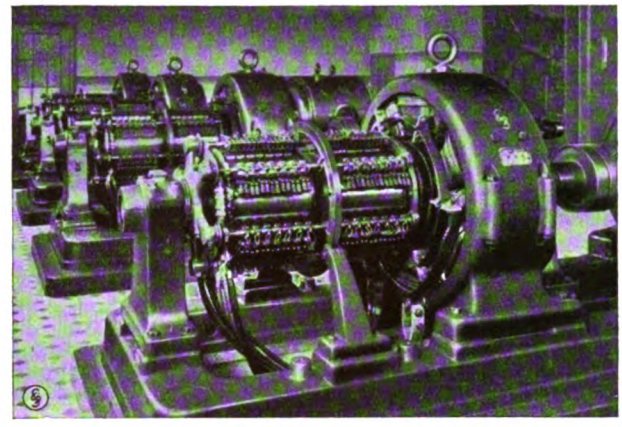


Abb. 1. 4 Mehrstellen-Schweißumformer je 2000 A Dauerleistung.

Zur Beurteilung von Schweißmaschinen sind Richtlinien[7] vom Verband Deutscher Elektrotechniker aufgestellt worden. Demnach ist besonders auf den Regelbereich, auf die Stromstärke bei den einzelnen Intermittenzen und auf die Spannung beim Vergleich von Maschinen zu achten. Ein besonderes Kriterium für die Beurteilung von Schweißmaschinen ist die dynamische Charakteristik[8, 9], wobei allerdings ein eindeutiger Vergleichsmaßstab noch nicht gefunden worden ist.

Was die mechanische Ausführung der Schweißumformer anbelangt, so hat sich die sog. Eingehäuse-Bauart, bei der Motor und Generator, Schalt- und Regelapparate bei geringstem Gewicht zusammengebaut sind, allgemein durchgesetzt.

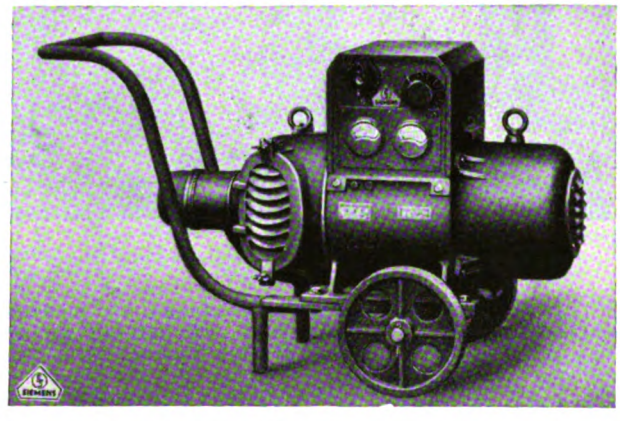


Abb. 2. Fahrbarer Eingehäuse-Schweißumformer 30 ··· 250 A für Drehstromantrieb.

Abb. 2 zeigt einen fahrbaren Eingehäuse-Schweißumformer neuester Konstruktion für 30 ··· 250 A Schweißstrom und Drehstromantrieb.

Neben der Gleichstromschweißung ist allerdings in geringerem Maße auch die Wechselstromschweißung gebräuchlich. Hierfür werden an Stelle der Schweißdynamo besondere Schweißtransformatoren verwendet, wobei die erforderliche Charakteristik hauptsächlich durch ent-

[5] ETZ 1929, S. 576. — Hilpert, Werkstoffübergang im Schweißlichtbogen. Z. VDI Bd. 73, S. 798 (1929).

[6] Rosenberg, Die Gleichstrom-Querfeldmaschine, Verlag Julius Springer, Berlin 1928. S. a. ETZ 1931, S. 903.

[7] VDE 0540/ 1931, Regeln f. d. Bewert. u. Prüfg. v. Gleichstrom-Lichtbogen-Schweißmaschinen R. E. S. M.

[8] Langkau, Die dynamische Charakteristik von Schweißstromerzeugern, Z. VDI Bd. 75, S. 263 (1931).

[9] Karl Meller, Die dynamische Charakteristik von Schweißmaschinen, Elektroschweißg. 1933, H. 6.

Digitized by Google

sprechende Maßnahmen zur Erhöhung der Streuung erreicht wird[10, 11].

Den geringeren Anschaffungskosten bei Wechselstromschweißung stehen die erhöhten Betriebskosten, die durch die Verwendung von ummantelten Elektroden bedingt werden, entgegen, so daß auch unter Berücksichtigung des besseren Wirkungsgrades des Transformators sich für die Wechselstromschweißung meist eine schlechtere Wirtschaftlichkeit ergibt. Neuerdings sind auch Bestrebungen im Gange, an Stelle von Umformern Gleichrichter zu verwenden.

Da bei den Gesamtkosten einer Schweißung die Lohnkosten eine erhebliche Rolle spielen, geht das Bestreben allgemein dahin, die Schweißarbeit durch geeignete Vorrichtungen, z. B. Spannvorrichtung, Rollenböcke, Drehvorrichtung, zu erleichtern. Ein weiterer Schritt in dieser Richtung ist die Verwendung von selbsttätigen Schweißeinrichtungen, die sowohl bei Kohle- als auch bei Metalllichtbogen-Schweißung in Frage kommt. In beiden Fällen handelt es sich um ein selbsttätiges Zünden und Aufrechterhalten des Lichtbogens durch entsprechend selbsttätigen Nachschub der Kohle oder des Drahtes. Fast alle Vorrichtungen sind aufgebaut in Abhängigkeit von der Lichtbogenspannung, die wiederum von der Lichtbogenlänge abhängt. Außer dieser Einrichtung für die Aufrechterhaltung des Lichtbogens sind bei den selbsttätigen Schweißeinrichtungen noch zusätzliche Apparate erforderlich, die eine relative Bewegung zwischen der Elektrode und dem Werkstück herbeiführen.

Während man den mechanischen Teil der Regeleinrichtung des Draht- oder Kohlevorschubes als Schweißkopf bezeichnet, wird die Hilfseinrichtung für die relative Bewegung Laufkatze genannt, vorausgesetzt daß nicht das Werkstück, sondern der Schweißkopf längs der Schweißnaht bewegt wird. Es gibt aber auch Einrichtungen mit feststehendem Schweißkopf, wobei dann das Werkstück auf geeigneten Hilfseinrichtungen unterhalb des Schweißautomaten verschoben oder gedreht wird.

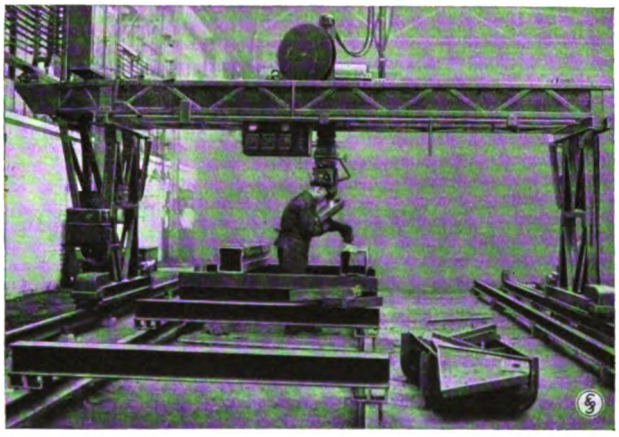


Abb. 3. Selbsttätige Eisenlichtbogen-Portalschweißeinrichtung.

Die selbsttätigen Schweißeinrichtungen sind meistens den besonderen Arbeiten angepaßt. Ein großes Anwendungsgebiet ist das Aufschweißen von abgelaufenen Spurkränzen, wobei es also darauf ankommt, Rundnähte zu schweißen. Ähnliche Einrichtungen sind zum Schweißen von Behältern, Riemenscheiben und Fässern gebräuchlich.

Schweißeinrichtungen zum Schweißen von Längsnähten kommen in Frage bei der Herstellung von Behältern, Lufterhitzern, großen Gehäusen, ferner bei Eisenkonstruktionen und im Schiffbau.

Abb. 3 zeigt eine selbsttätige Eisenlichtbogen-Portalschweißeinrichtung zum Schweißen von Eisenkonstruktionen, insbesondere für den Kranbau.

Von besonderer Wichtigkeit für die Güte der Schweißung ist die richtige Auswahl der Elektrode. Dabei steht die Frage, ob blanke oder ummantelte Elektroden zu verwenden sind, im Vordergrund des Interesses. Im allgemeinen soll man versuchen, mit blanken Elektroden auszukommen, da blanke Elektroden immer billiger sein werden als ummantelte, und ferner mit blanken Drähten auch bei dickeren Elektroden, vorausgesetzt daß sie eine sog. gute Kletterfähigkeit aufweisen, ein leichteres Verschweißen an senkrechter Wand und über Kopf möglich ist.

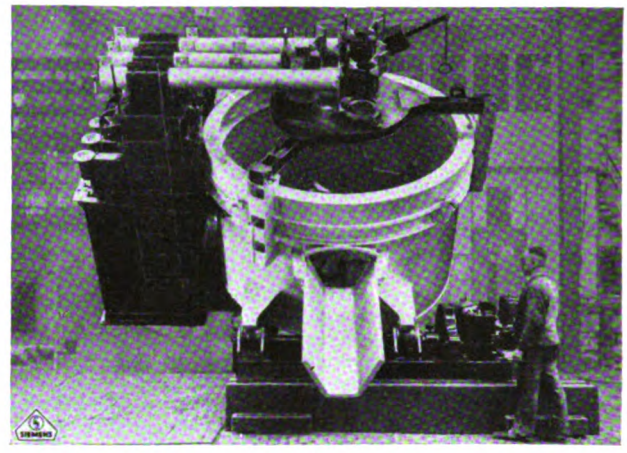


Abb. 4. 2 t-Siemens-Drehstrom-Lichtbogenofen.

Bei ummantelten Elektroden[12] kann man im wesentlichen unterscheiden zwischen sog. getauchten Elektroden mit einem dünnen Mantel und sog. stark ummantelten Elektroden. Die ummantelten Elektroden wird man bei Wechselstromschweißung verwenden und bei solchen Gleichstromschweißungen, bei denen besonders schwierige Verhältnisse in bezug auf Blaswirkung des Lichtbogens vorliegen. Allerdings sind für solche Fälle auch sehr gut die sog. Seelenelektroden verwendbar. Bei diesen ist der Zusatz, der sich sonst in der Ummantelung der Elektrode befindet, als sog. Schlackenseele im Draht vorhanden. Stark ummantelte Elektroden sind nur dann anzuwenden, wenn in bezug auf die Anforderungen an die Schweiße oder mit Rücksicht auf die Legierungsbestandteile des Werkstückes blanke Elektroden nicht mehr ausreichen.

Was das Anwendungsgebiet anbelangt, so hat die Lichtbogenschweißung fast überall Eingang gefunden, wobei allerdings der Umfang der Anwendung nicht nur auf den einzelnen Gebieten, sondern auch in den einzelnen Fabrikationsstätten sehr verschieden ist. Im Maschinenbau wird die Lichtbogenschweißung bereits vielfach für die Herstellung von einzelnen Teilen, wie Zahnrädern, Trommeln, Grundplatten, Gehäusen, Aufspannplatten u. ä., verwendet. Besonders viel wird im Elektromaschinenbau geschweißt, wo man dazu übergegangen ist, selbst bis zu kleineren Einheiten herab die gegossenen Gehäuse durch geschweißte Konstruktionen zu ersetzen[13]. Auch beim Bau von Elektroöfen hat sich die Lichtbogenschweißung als vorteilhaft erwiesen. In Abb. 4 ist das Bild eines geschweißten Elektroofens von 2 t wiedergegeben.

Auch im Werkzeugmaschinenbau findet die Lichtbogenschweißung immer mehr Eingang, besonders bei Werkzeugmaschinen, deren Gehäuse sehr stark auf Zug beansprucht sind, wie z. B. Scheren, Pressen und Stanzen[14]. Ein weiteres Anwendungsgebiet ist der Fahrzeugbau. Z. B. werden im Waggonbau nicht nur die Gestelle geschweißt, sondern neuerdings auch die ganzen Aufbauten. Ebenso werden bereits vielfach die Kraftwagenrahmen elektrisch geschweißt.

Ein großes Anwendungsgebiet für die Lichtbogenschweißung ist der Behälterbau. Ebenso sind besonders in Amerika Tausende von Kilometern Rohrleitungen mit Hilfe der Lichtbogenschweißung hergestellt worden.

Der Schiffbau hat mit großem Erfolg die Lichtbogenschweißung für die Herstellung nicht nur der Auf- und Einbauten, sondern auch der Schiffskörper verwendet, wobei insbesondere die deutsche Kriegsmarine bahnbrechend vorgegangen ist. Auf Grund dieser Erfahrungen geht auch die Handelsmarine dazu über, noch mehr als bisher die Lichtbogenschweißung einzuführen.

Ein großes Gebiet für die Lichtbogenschweißung sind die Eisenkonstruktionen, insbesondere ihre Anwendung im Hochbau, Brückenbau und Kranbau.

[10] ETZ 1931, S. 932. — Unger, Die Regelung von Lichtbogen-Schweißtransformatoren, Masch.-Bau Bd. 8, S. 756 (1929).
[11] Brauer, Vergleichende Untersuchung an Lichtbogen-Schweißtransformatoren, Elektroschweißg. 1930, H. 8.
[12] Baumgärtel, Untersuchungen über den Einfluß von Umwicklungen der Schweißstäbe auf die mechanischen Festigkeitseigenschaften der Schweiße, Forsch.-Arb. Ing.-Wes. H. 336.
[13] Rosenberg, ETZ 1929, S. 145, 187 u. 205.
[14] ETZ 1933, S. 490.

Digitized by Google

Etwas anders geartet liegen die Verhältnisse bei Widerstandschweißmaschinen insofern, als es sich hier um die Anwendung bei Serienfabrikation handelt. Verhältnismäßig rasch Eingang fanden die Punktschweißmaschinen, die beim Verschweißen dünner Bleche gegenüber der Nietung ganz wesentliche Vorteile bieten. Die Schwierigkeiten bei Punktschweißmaschinen treten erst dort auf, wo es sich um höhere Drücke, größere Punktzahlen und sehr kurze Abschaltzeiten handelt. Höhere Drücke und höhere Punktzahlen werden meist mit Hilfe von motorischen Antrieben an Stelle des sonst gebräuchlichen Fußantriebes erreicht. Für die kurzzeitige Schaltung, die besonders auf Maschinen für Aluminiumschweißung Bruchteile von Sekunden beträgt, sind neuerdings Schaltungen unter Zuhilfenahme von gittergesteuerten Röhren in Vorschlag gebracht worden. Auch bei Nahtschweißmaschinen geht man bei größeren Leistungen gleichfalls dazu über, für die häufige und kurzzeitige Unterbrechung des Stromes die gittergesteuerten Röhren an Stelle von mechanischen Schaltern zu verwenden.

Die Stumpfschweißmaschinen haben dadurch an Verbreitung zugenommen, daß man immer mehr dazu übergeht, Teile, die man früher in schwierigen Gesenken herstellen mußte, aus mehreren Teilen zusammenzuschweißen. Ein weiteres Anwendungsgebiet ist der Schienenoberbau, bei welchem man alte Schwellen und Schienen durch Zusammenschweißen mit Hilfe der Stumpfschweißung wieder nutzbar machen kann. Da die Einspanndrücke und die Stauchdrücke mit Zunahme der Querschnitte immer größer werden, ist man an Stelle der Handbetätigung zu einer motorischen Betätigung übergegangen, wobei allerdings auch vielfach eine pneumatische Betätigung gebräuchlich ist.

Um die Güte der Schweißung von der Zufälligkeit bei der Handbetätigung unabhängig zu machen, findet die selbsttätige Durchführung des Schweißvorganges große Beachtung. Bei der vollselbsttätigen Einrichtung wird dann durch Betätigung eines Druckknopfes zuerst der Abbrennvorgang selbsttätig durchgeführt, wobei dann anschließend das Stauchen gleichfalls selbsttätig erfolgt.

Neuerungen auf dem Gebiete der magnetischen und elektrischen Schweißnahtprüfung.

Von Dr.-Ing. **E. Franke**, Berlin.

Übersicht. Nach kurzem Hinweis auf die verschiedenen Möglichkeiten einer Schweißnahtprüfung werden je ein neues magnetisches und elektrisches Schweißnaht-Prüfverfahren kurz beschrieben, mit denen auch verhältnismäßig kleine Fehlstellen in der Schweißnaht erkennbar gemacht werden können.

Anfänglich prüfte man Schweißverbindungen lediglich mechanisch, indem man an daraus entnommenen Probestreifen mit in der Mitte liegender Schweißstelle die Zerreißfestigkeit und Biegefähigkeit bestimmte und die dabei erzielten Gütewerte mit denen verglich, die man an Proben von nicht geschweißten Stellen des gleichen Werkstückes erhielt; oder man öffnete an einzelnen Stellen die Schweißnaht mit Meißel, Bohrer, Schleifscheibe oder dgl. bis hinein ins Muttermaterial, um festzustellen, ob die Schweißnaht sich mit dem Muttermaterial überall gut verbunden hat. Heute geht man immer mehr zu solchen Verfahren über, die ein Zerstören der Schweißnaht nicht erfordern. Von diesen Prüfverfahren kommen das Durchleuchtungsverfahren mittels Röntgen- und Gammastrahlen sowie die verschiedenartigsten magnetischen und elektrischen Verfahren am meisten zur Anwendung. Aber auch thermische und akustische Verfahren haben eine gewisse Bedeutung erlangt.

Abgesehen von der Durchleuchtung, zu deren Ausübung Prüfanlagen benötigt werden, die verhältnismäßig teuer sind, erfüllen sämtliche übrigen Verfahren nur mehr oder weniger gut ihren Zweck. Und so erklärt es sich denn auch, daß man stets bemüht war, diese letzteren Verfahren, die der Durchleuchtung gegenüber den Vorzug der Billigkeit und Einfachheit haben, immer mehr zu vervollkommnen. Im folgenden soll daher über die letzten Neuerungen auf dem Gebiete der magnetischen und elektrischen Schweißnahtprüfung einiges mitgeteilt werden.

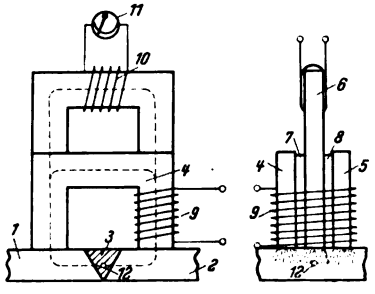


Abb. 1. Magnetisches Schweißnaht-Prüfgerät nach Meller.

Es ist bereits bekannt, zur magnetischen Schweißnahtprüfung einen Magneten zu benutzen und dabei die Größe des magnetischen Kraftflusses bzw. dessen Änderungen zu messen. Diese Art der magnetischen Schweißnahtprüfung erfährt nun nach dem Verfahren von Meller[1] insofern eine Verbesserung, als dabei ein Ausweichen der Kraftlinien an verhältnismäßig kleinen Fehlstellen (kleine Fehlstellen üben nur einen geringen Einfluß auf den magnetischen Kraftfluß aus) verhindert wird, und zwar dadurch, daß neben dem eigentlichen Meßmagnet zwei Zusatzmagnete angeordnet werden.

Das zur Ausübung dieses neuen magnetischen Prüfverfahrens erforderliche Gerät mag an Hand der Abb. 1 kurz beschrieben werden. Es besteht, wie bereits schon angedeutet, in der Hauptsache aus drei hufeisenförmigen Magneten, von denen der mittlere (*6*) den eigentlichen Meßmagnet und die zu beiden Seiten des Meßmagneten angeordneten und von diesem durch Isolierschichten (*7, 8*) getrennten Magnete *4* und *5* nur Zusatzmagnete darstellen. Der durch die Wicklung *9* in den Magneten induzierte Kraftfluß geht durch die beiden Bleche *1* und *2* und durch die diese verbindende und zu prüfende Schweißnaht *3* hindurch. Durch die parallele Anordnung der beiden Zusatzmagnete *4* und *5* zu beiden Seiten des Meßmagneten wird erreicht, daß bei Vorhandensein einer Fehlstelle (*12*) in der Schweißnaht die von dem Meßmagnet *6* ausgehenden Kraftlinien nicht an der Fehlstelle ausweichen können, da sie von Kraftlinien der Zusatzmagnete eingeengt werden. Aus diesem Grunde wird sich dann auch eine Änderung des magnetischen Kraftlinienweges des von dem Meßmagnet erzeugten Kraftfeldes bei etwaigen Fehlstellen entsprechend stärker bemerkbar machen. Es können daher auch schon verhältnismäßig kleine Fehlstellen in einer Schweißnaht erkannt werden. Die Größe des magnetischen Kraftflusses in dem Meßmagnet bzw. dessen Änderung bei Vorhandensein von Fehlstellen in der Schweißnaht wird an dem Anzeigegerät *11* abgelesen, welches durch die Hilfswicklung *10* mit dem Meßmagnet in Verbindung steht.

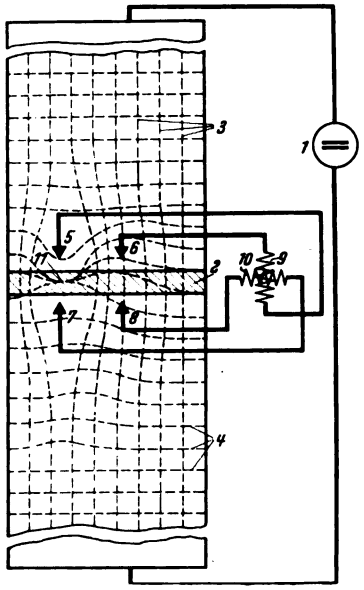


Abb. 2. Versuchsanordnung zur Ausübung des elektrischen Schweißnaht-Prüfverfahrens von Ramsauer.

Von elektrischen Verfahren zum Prüfen von Schweißnähten werden vielfach solche benutzt, bei denen der Spannungsabfall zwischen zwei an der Schweißnaht entlanggeführten Sonden gemessen wird. Ein neues Verfah-

[1] DRP. 572288.

Digitized by Google

ren von Ramsauer[2], welches ebenfalls auf Spannungsmessung beruht und bei dem die zu prüfende Schweißnaht mit einem senkrecht zu dieser verlaufenden Strom beschickt wird, unterscheidet sich von den bisher bekannten ähnlichen Verfahren dadurch, daß an Stelle von zwei Sonden vier miteinander starr verbundene Sonden benutzt wenden. Diese werden derart an der unter Strom stehenden Schweißnaht entlang geführt, daß sich jeweils zwei Sonden auf einer Seite der Naht befinden. Die Spannungen von je zwei auf der gleichen oder auf verschiedenen Seiten der Schweißnaht liegenden Sonden werden miteinander verglichen, wozu ein Differentialgalvanometer dient. Dieses Vergleichsverfahren hat gegenüber dem absoluten, wie es bei zwei Sonden zur Anwendung kommt, den Vorteil größerer Empfindlichkeit, so daß auch hiermit, ebenso wie bei dem vorstehend beschriebenen magnetischen Verfahren, verhältnismäßig kleine Fehlstellen aufgedeckt werden können.

An Hand der Abb. 2 soll das neue elektrische Verfahren kurz erläutert werden. Dem Werkstück mit der zu untersuchenden Schweißnaht *2* wird von der Gleichstromquelle *1* Strom zugeführt, der senkrecht zur Schweißnaht verläuft. Die Stromlinien *3* verlaufen parallel zueinander und senkrecht zu den ebenfalls parallelen Linien *4* gleichen Potentials, wenn die Schweißnaht 2 keine Fehlstellen aufweist. Das elektrische Strömungsfeld ist also in diesem Falle vollkommen homogen. Ist jedoch in der Schweißnaht an irgendeiner Stelle eine Fehlstelle vorhanden, z. B. ein schmaler Riß (*11*), so verlaufen die einzelnen Strom- und Potentiallinien in der Nähe der Fehlstelle nicht mehr parallel zueinander, sondern etwa in der Weise wie in Abb. 2. Das Strömungsfeld ist jetzt inhomogen, da zwischen den Sonden *5,6* bzw. *7,8* Spannungsunterschiede vorhanden sind. Die Spannungsdifferenz zwischen den beiden Sondenpaaren wird an einem Galvanometer abgelesen. Die wichtigsten Teile dieses Galvanometers sind die beiden Spulen *9* und *10*, die hier mit den Sonden auf je einer Seite der Naht verbunden sind. Man kann aber auch ebensogut je zwei sich gegenüberstehende, also auf verschiedenen Seiten der Schweißnaht liegende Sonden mit den Spulen *9* bzw. *10* des Differentialgalvanometers verbinden. Da beide Spulen gegeneinander wirken, so ergibt sich nur dann ein Ausschlag am Meßinstrument, wenn die Spannungsdifferenz zwischen den Sonden *5,6* und *7,8* bzw. *5,7* und *6,8* von Null abweicht.

[2] DRP. 569174.

Der Luzerner Wellenverteilungsplan.

Von Ministerialdirektor H. Gieß, Berlin.

Die Europäische Funkkonferenz in Luzern[1] hat einen neuen Wellenverteilungsplan für die Länder der „Europäischen Region“[2] aufgestellt, der am 15. I. 1934 in Kraft treten und den nach der Weltfunkkonferenz von Washington (1927) vereinbarten „Prager Plan“ ersetzen soll.

Es hat einer ungewöhnlich harten und langwierigen Arbeit bedurft, um nach fünf Wochen zu einer Einigung zu gelangen, die von der überwiegenden Zahl der Länder angenommen werden konnte.

Die Grenzen, innerhalb deren die Wellen an die Rundfunksender zugeteilt werden konnten, waren in Madrid gezogen, sie sind eng und umfassen die Bänder 160 bis 240 kHz (1875 ··· 1250 m) und 550 ··· 1500 kHz (545 bis 200 m) nur für den Rundfunk, ferner 240 ··· 265 kHz (1250 bis 1132 m) und 540 ··· 550 kHz (555 ··· 545 m) zusammen mit anderen Diensten. Demgegenüber ist die Zahl der seit der Prager Konferenz (1929) neu errichteten sowie der für die nächsten Jahre geplanten Sender unverhältnismäßig groß. Man war also gezwungen, auf die Wellenbänder überzugreifen, die in dem Madrider Wellenplan anderen Diensten, dem See- und Luftfunk sowie den „nicht öffentlichen“ Diensten der Länder (Heer, Marine, Polizei, Eisenbahn und sonstige Behörden) überwiesen waren, und innerhalb deren diese Dienste seit langem betrieben werden. Darüber hatte man sich schon in Madrid geeinigt. Es ist natürlich, daß diese „Dienste“ ihre Belange verteidigten, denn die öffentliche Sicherheit in den Ländern, die Sicherheit des menschlichen Lebens auf See und in der Luft, die der Schiffe und Luftfahrzeuge (Peil- und Notdienst) sind nicht weniger wichtig als die Rundfunksendungen — trotz des politischen Charakters, den diese in den letzten Jahren fast allenthalben angenommen haben.

In Madrid hatte man den Grundsatz aufgestellt, daß jedes Land ein Recht darauf haben sollte, seine nationalen Rundfunkbedürfnisse zu befriedigen. Darauf fußend verlangten auch Länder, in denen der Rundfunk nicht oder nur schwach entwickelt ist, für ihre Sender Wellen in solcher Zahl und Güte, daß sie die gleichen Rundfunknetze errichten konnten, wie sie in andern Ländern mit hochentwickeltem Rundfunk bereits bestehen.

Eine ganz besondere Schwierigkeit ergab sich aus der Sonderstellung der Sowjetunion. Sie hat an der Weltfunkkonferenz in Washington nicht teilnehmen können, sie war an ihre Festsetzungen nicht gebunden und hatte in den letzten sechs Jahren ein Rundfunknetz errichtet, dessen Sender zum Teil mit Wellen arbeiten, die im Wellenverteilungsplan von Washington für andere Dienste bestimmt waren. In Madrid hatte die Sowjetunion sich vorbehalten, die Sender auch weiterhin auf diesen Wellen zu betreiben. Da es sich um wichtige, bestehende starke Stationen handelte, war es außerordentlich schwierig, sie so einzugruppieren, wie es mit den Belangen der übrigen europäischen Länder vereinbar war.

Unter diesen Umständen begegnete die Aufstellung des Luzerner Planes den allergrößten Schwierigkeiten, die sich auch deshalb nur sehr schwer vermindern oder beseitigen ließen, weil die einzelnen Delegationen — oft mit genauen Weisungen ihrer Regierungen versehen — sich nur sehr schwer dazu verstanden, Entgegenkommen gegenüber den Wünschen und Bedürfnissen anderer zu zeigen. Man kam zu folgender Arbeitsweise: Drei Ausschüsse bereiteten die Grundlagen für die Aufstellung des Wellenplanes vor, sie stellten Grundsätze auf oder nahmen Richtlinien für die Luzerner Konferenz an, über die man sich in Madrid bereits grundsätzlich geeinigt hatte. Diese Arbeiten waren in drei Tagen beendet, und die Führung der weiteren Arbeiten ging nun an den von mir geleiteten 4. Ausschuß über, dem die Aufstellung des Planes oblag.

Ein ganz kleines „Plankomitee“ (bestehend aus Braillard, dem Präsidenten des Technischen Ausschusses des Weltrundfunkvereins, mit zwei Hilfsarbeitern und mir) bearbeitete den eigentlichen Wellenverteilungsplan; ihm waren drei Unterkomitees unterstellt, die über die Möglichkeit der Verwendung von Rundfunkwellen im Bereich der Bänder für Seefunk, Luftfunk und nicht öffentliche Dienste von Fall zu Fall Gutachten zu erstatten hatten.

Im Verlaufe der Arbeiten wurden fünf Entwürfe zu dem neuen Plan aufgestellt, bis es nach langen Verhandlungen — zuletzt nur noch mit den Delegationsführern — gelang, eine Wellenverteilung zu finden, mit der die Länder (außer Finnland, Griechenland, Litauen, Niederlande, Polen, Schweden und Ungarn) sich einverstanden erklärten — wenn auch einzelne noch mit Vorbehalten.

Der neue Plan unterscheidet sich von dem Prager Plan dadurch, daß er eine erheblich größere Zahl von Sendern vorsieht. Um diese unterzubringen, war es nötig — da kein Land auf eine seiner Wellen verzichten wollte —, vielfach mehrere Sender auf eine Welle zu legen (bei einer Mindestentfernung von rd. 3000 km), die Sendestärken zu vermindern oder zu begrenzen (namentlich in der Nachtzeit) und schließlich die Verwendung technischer Mittel, z. B. Richtantennen, vorzuschreiben, bei denen die Strahlung in der Hauptsache nach einer bestimmten Richtung hin geschieht.

Der neue Plan sieht so aus:

[1] ETZ 1932, S. 231 u. 508.

[2] Die europäische Region umfaßt: Deutschland, Belgien, Bulgarien, Dänemark, Danzig, Estland, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Griechenland, Irland, Island, Italien, Jugoslawien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Norwegen, Niederlande, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Spanien, Tschechoslowakei, Türkei, Ungarn, Union der Sozialistischen Sowjet-Republiken (bis zum 40. Längengrad), Vatikanstadt, Ägypten, Marokko, Palästina, Syrien und Libanon, Tunis.

Digitized by Google

Luzerner Wellenplan.

1. Teil: Band von 150 ··· 300 kHz (2000 ··· 1000 m)

Frequenz kHz	Wellenlänge m	Rundfunksender	Land
160	1875	Brasov	Rumänien
167	1796	Radio-Paris	Frankreich
		Syrien	Syrien
175	1714	Moskau I	U.S.S.R.
183	1639	Ankara	Türkei
		Kaunas	Litauen
		Madrid I	Spanien
		Reykjavik	Island
191	**1571**	**Zeesen**	**Deutschland**
200	1500	Daventry (Droitwich)	Großbritannien
208	1442	Minsk	U.S.S.R.
216	1389	Motala	Schweden
223	1345	Huizen	Niederlande
		Charkow	U.S.S.R.
230	1304	Warschau I	Polen
238	1261	Kalundborg	Dänemark
		Nordportugal[1]	Portugal
245	1224	Leningrad	U.S.S.R.
253	1186	Oslo	Norwegen
262	1145	Lahti[2]	Finnland
271	1107	Moskau II	U.S.S.R.

[1] Muß u. U. Richtantenne (nach Süden) benutzen und nachts Sendeleistung beschränken.
[2] Darf nachts Leistung bis 150 kW benutzen, wenn Richtantenne (nach Süden).

2. Teil: Band von 300 ··· 500 kHz (1000 ··· 600 m).

Frequenz kHz	Wellenlänge m	Rundfunksender	Land
355	845	Finmark	Norwegen
		Rostov-Don	U.S.S.R.
364	824	Smolensk	U.S.S.R.
392	765	Oestersund	Schweden
		Slowakei[1]	Tschechoslowakei
401	748	Genf	Schweiz
		Moskau III	U.S.S.R.
413,5	726	Boden	Schweden
		Woronesch	U.S.S.R.
431	696	Oulu[2]	Finnland

[1] Muß Richtantenne (nach Osten) benutzen.
[2] Muß Richtantenne (nach Norden) verwenden.

3. Teil: Band von 500 ··· 1500 kHz (600 ··· 200 m).

Frequenz kHz	Wellenlänge m	Rundfunksender	Land
519	578,0	Hamar	Norwegen
		Innsbruck[1] oder[2]	Österreich
527	569,3	Ljubljana[4]	Jugoslawien
		Tampere[1]	Finnland
		Finnländische Gemeinschaftswelle[1]	Finnland
536	559,7	Bolzano[1]	Italien
		Wilna[1]	Polen
546	549,5	Budapest	Ungarn
556	539,6	Beromünster	Schweiz
565	531,0	Athlone	Freistaat Irland
		Palermo	Italien
		Italienische Gemeinschaftswelle (Sizilien)	Italien
574	**522,6**	**Mühlacker**	**Deutschland**
583	514,6	Madona	Lettland
		Tunis	Tunis
592	506,8	Wien	Österreich
601	499,2	Athen	Griechenland
		Radio-Marokko	Marokko
		Sundswall	Schweden
610	491,8	Florenz	Italien
		Murmansk	U.S.S.R.
620	483,9	Brüssel	Belgien
		Kairo	Ägypten
629	476,9	Lissabon	Portugal
		Skoplje	Jugoslawien
		Trondheim	Norwegen
638	470,2	Prag I	Tschechoslowakei
648	463,0	Lyon P.T.T.	Frankreich
		Petrozavodsk	U.S.S.R.
658	**455,9**	**Langenberg**	**Deutschland**
668	449,1	Jerusalem	Palästina
		North Regional	Großbritannien
677	443,1	Sottens	Schweiz
686	437,3	Belgrad	Jugoslawien
695	431,7	Paris P.T.T.	Frankreich
704	426,1	Stockholm	Schweden
713	420,8	Rom	Italien
722	415,5	Kiew	U.S.S.R.
731	410,4	Sevilla	Spanien
		Tallinn	Estland
740	**405,4**	**München**	**Deutschland**
749	400,5	Marseille P.T.T	Frankreich
		Viipuri	Finnland
758	395,8	Kattowitz	Polen
767	391,1	Midland Regional (Scottish Regional)	Großbritannien
776	386,6	Stalino	U.S.S.R.
		Toulouse P.T.T.	Frankreich
785	**382,2**	**Leipzig**	**Deutschland**

[1] Muß Richtantenne (nach dem Landesinnern) verwenden.
[2] U. U. zusammen mit Linz und Salzburg auf 1294 kHz (231,8 m).

Frequenz kHz	Wellenlänge m	Rundfunksender	Land
795	377,4	Coru-a (Santiago)	Spanien
		Lemberg	Polen
804	373,1	Saloniki	Griechenland
		Scottish Regional (West Regional)	Großbritannien
814	368,6	Mailand	Italien
823	364,5	Rumänien	Rumänien
832	360,6	Moskau IV	U.S.S.R.
841	**356,7**	**Berlin**	**Deutschland**
850	352,9	Bergen und Norwegische Gemeinschaftswelle	Norwegen
		Sofia[3]	Bulgarien
		Valencia	Spanien
859	349,2	Simferopol	U.S.S.R.
		Straßburg	Frankreich
868	345,6	Marrakech	Marokko
		Posen	Polen
877	342,1	London Regional	Großbritannien
886	338,6	Graz	Österreich
895	335,2	Frankreich (Südpyrenäen)	Frankreich
		Helsinki	Finnland
904	**331,9**	**Hamburg**	**Deutschland**
		Spanisch Marokko[1]	Spanisch Marokko
913	328,6	Limoges P.T.T.	Frankreich
		Dnepropetrovsk	U.S.S.R.
922	325,4	Brünn	Tschechoslowakei
932	321,9	Brüssel II	Belgien
941	318,8	Algier	Algier
		Göteborg	Schweden
950	**315,8**	**Breslau**	**Deutschland**
959	312,8	Frankreich (Umgebung Paris)	Frankreich
		Gomel	U.S.S.R.
968	309,9	Grenoble	Frankreich
		Odessa	U.S.S.R.
		Oukhta (oder Tiraspol)	U.S.S.R.
977	307,1	Haifa	Palästina
		West Regional (North Ireland Regional)	Großbritannien
986	304,3	Genua	Italien
		Thorn oder Krakau	Polen
995	301,5	Hilversum	Niederlande
1004	298,8	Preßburg	Tschechoslowakei
1013	296,2	North National (Midland Regional)	Großbritannien
		Tchernigov	U.S.S.R.
1022	293,5	Madrid II	Spanien
1031	**291,0**	**Heilsberg**	**Deutschland**
		Südportugal	Portugal
1040	288,6	Leningrad II	U.S.S.R.
		Rennes P.T.T.	Frankreich
		Syrien	Syrien
1050	285,7	Bournemouth (North East Regional)	Großbritannien
		Krasnodar	U.S.S.R.
		Scottish National	Großbritannien
1059	283,3	Bari	Italien
1068	280,9	Tiraspol (oder Odessa-Oukhta)	U.S.S.R.
1077	278,6	Bordeaux P.T.T.	Frankreich
1086	276,2	Falun	Schweden
		Zagreb	Jugoslawien
1095	274,0	Barcelona	Spanien
		Vinnitsa	U.S.S.R.
1104	271,7	Neapel	Italien
		Kuldiga	Lettland
1113	269,5	Kaschau (Uszhorod)	Tschechoslowakei
		Oran[5]	Algier
1122	267,4	Belfast (North Scottish Regional)	Großbritannien
		Alexandria I	Ägypten
1131	265,3	Hörby	Schweden
1140	263,2	Turin	Italien
1149	261,1	London National	Großbritannien
		Türkei	Türkei
		West National (Scottish National)	Großbritannien
1158	259,1	Mährisch—Ostrau	Tschechoslowakei
1167	257,1	Monte Ceneri	Schweiz
1176	255,1	Kopenhagen	Dänemark
		Malta	Malta
1185	253,2	Charkow II	U.S.S.R.
		Nizza P.T.T.	Frankreich
1195	**251,0**	**Frankfurt (Main) und Gemeinschaftswelle**	**Deutschland**
1204	249,2	Prag II und Gemeinschaftswelle	Tschechoslowakei
1213	247,3	Lille P.T.T.	Frankreich
1222	245,5	Triest	Italien
1231	**243,7**	**Gleiwitz und Gemeinschaftswelle**	**Deutschland**
1240	241,9	Jugoslawien	Jugoslawien
1249	240,2	Luxemburg	Luxemburg
1258	238,5	Riga	Lettland
		Rom II[4]	Italien
		San Sebastian	Spanien
1267	**236,8**	**Bayerische Gemeinschaftswelle**	**Deutschland**
1276	235,1	Norwegische Gemeinschaftswelle	Norwegen
		Varna	Bulgarien
1285	233,5	Belgien	Belgien
		Südgriechenland	Griechenland
1294	231,8	Linz	Österreich
		Salzburg	Österreich
1303	230,2	Danzig	Freie Stadt Danzig
		Sombor	Jugoslawien
1312	228,7	Schwedische Gemeinschaftswelle	Schweden
1321	227,1	Budapest II	Ungarn

[3] Muß Richtantenne (nach Osten) verwenden.
[4] Muß u. U. Richtantenne (nach Osten) benutzen.
[5] Muß bei Störungen Neapels Richtantenne (nach dem Landesinnern) benutzen.
[6] Muß u. U. Richtantenne benutzen und nachts die Leistung vermindern.

Digitized by Google

Frequenz kHz	Wellenlänge m	Rundfunksender	Land
1330	**225,6**	**Norddeutsche Gemeinschaftswelle**	**Deutschland**
1339	224,0	Montpellier P.T.T.	Frankreich
		Pinsk	Polen
		Ostpolnische Gemeinschaftswelle	Polen
1348	222,6	Internationale Gemeinschaftswelle, Typ 1	
		Aberdeen	Großbritannien
		Bengasi	Cyrenaika
		Kairo II	Ägypten
		Dublin	Freistaat Irland
		Estland	Estland
		Südwestfrankreich	Frankreich
		Königsberg Pr.	**Deutschland**
		Litauen	Litauen
		Lodz	Polen
		Mailand II	Italien
		Monako	Fürstentum Monako
		Norwegen	Norwegen
		Vorarlberg	Österreich
		Jugoslawien	Jugoslawien
1357	221,1	Italienische Gemeinschaftswelle	Italien
		Norwegische Gemeinschaftswelle	Norwegen
1366	219,6	Krakau oder Thorn	Polen
1375	218,2	Schweizerische Gemeinschaftswelle	Schweiz
1384	216,8	Albanien	Albanien
		Warschau II	Polen
1393	215,4	Mittelfrankreich und Gemeinschaftswelle	Frankreich
1402	214,0	Bulgarien	Bulgarien
		Schwedische Gemeinschaftswelle	Schweden
1411	212,6	Bukarest	Rumänien
		Portugiesische Gemeinschaftswelle	Portugal
		Rumänische Gemeinschaftswelle	Rumänien
1420	211,3	Finnländische Gemeinschaftswelle	Finnland
		Jugoslawische Gemeinschaftswelle	Jugoslawien
1429	209,9	Internationale Gemeinschaftswelle, Typ 1	
		Alexandria II	Ägypten
		Cork	Freistaat Irland
		Ile de France	Frankreich
		Klagenfurt	Österreich
		Newcastle	Großbritannien
		Norwegen	Norwegen
		Niederlande	Niederlande
		Tripolis	Tripolitanien
		Jugoslawien	Jugoslawien
1438	208,6	Ungarische Gemeinschaftswelle	Ungarn
		Magyarovar	Ungarn
		Miskolc	Ungarn
		Nyiregyhaza	Ungarn
		Pecs	Ungarn
1447	207,3	Spanische Gemeinschaftswelle	Spanien
1456	206,0	Litauen	Litauen
		Französische Gemeinschaftswelle	Frankreich
1465	**204,8**	**Deutsche Gemeinschaftswelle**	**Deutschland**
1474	203,5	Britische Gemeinschaftswelle	Großbritannien
		Plymouth	Großbritannien
1483	202,3	Gemeinschaftswelle der U.S.S.R.	U.S.S.R.
1492	201,1	Internationale Gemeinschaftswellen, Typ 2	
1500	200		

Im ersten Teil (150 ··· 300 kHz bzw. 2000 ··· 1000 m) sind die Sender zum Teil nur durch 7 kHz voneinander getrennt, während normal 8 ··· 10 kHz nötig sind. Diese schlechtere Trennung ergab sich aus der Notwendigkeit, nicht etwa 9, sondern 16 Sender in einem Bande von 80 kHz Breite unterzubringen. Praktisch wird man so vorgehen, daß die Wellen von drei erst in etwa zwei Jahren in Betrieb zu nehmenden neuen Sendern von den bestehenden Stationen benutzt werden und das Langwellenband entsprechend eingeteilt wird. Man kommt so dazu, daß vorläufig an den bestehenden Sendern nur ganz geringe Änderungen nötig sind.

Der zweite und der dritte Teil des Planes sind technisch ziemlich einwandfrei; allerdings sind die sogenannten „Exklusiv"-Wellen (die nur einem einzigen Sender zugeteilt waren) bei allen „exzentrisch", d. h. weit im Norden, Süden, Osten und Westen der europäischen Region gelegenen Sendern ziemlich verschwunden, an ihre Stelle sind in weitem Ausmaße die „Ondes partagées" (mehrere Sender auf einer Welle) getreten.

Bei Deutschland wirkt sich seine zentrische Lage günstig aus: ein 3000 km-Umkreis um Zeesen z. B. läßt nur geringe Länderstrecken am südlichen Mittelmeer frei; so sind von den deutschen Sendern nur Hamburg und Heilsberg mit Marakesch und Südportugal (wird später gebaut) „doubliert".

Wichtig sind die Beschränkungen der Sendestärken, die der Plan vorschreibt:

Die nicht modulierte Sendestärke soll höchstens betragen:

a) bei Wellen unter 300 kHz (über 1000 m) . . 150 kW
(nur Moskau I ist mit 500 kW zugelassen)

b) bei Wellen zwischen 550 und 1100 kHz (545 und 272,7 m) . . . . . 100 kW
(Leipzig ist mit 120 kW zugelassen)

c) bei Wellen zwischen 1100 und 1250 kHz (272,7 und 240 m) . . . . . 60 kW

d) bei Wellen zwischen 1250 und 1500 kHz (240 und 200 m) . . . . . 30 kW.

Beim Betriebe von Sendern auf einer „Nationalen Gemeinschaftswelle" (Welle für beliebig viele kleinere Sender e i n e s Landes) darf eine Sendestärke von 5 kW, bei Sendern auf einer „Internationalen Gemeinschaftswelle" (Welle für beliebig viele kleine Sender m e h r e r e r Länder) eine Sendestärke von 2 kW (Typ 1) bzw. von 0,2 kW (Typ 2) nicht überschritten werden.

Die Toleranzen sind für Exklusivwellen im allgemeinen auf höchstens ± 50 Hz, für Gemeinschaftswellen im allgemeinen auf höchstens ± 10 Hz festgesetzt.

Die Wellenzuteilungen an die Sender gelten grundsätzlich für Telephonie-Rundfunk, indessen kann Fernseh-Rundfunk zugelassen werden, wenn benachbarte Sender nicht gestört werden.

Die Durchführung des neuen Planes ist durch die Abschließung eines besonderen Vertrags (Convention) festgelegt, eine Form, die einzuhalten war, weil die Luzerner Konferenz als eine Regierungskonferenz zusammengetreten und von Bevollmächtigten der Regierungen der europäischen Länder beschickt war.

Der neue Plan stellt ein Kompromiß zwischen den technischen Möglichkeiten und den Forderungen der Länder dar. Ähnlich wie der Prager Plan wird er mancherlei Änderungen erfahren, wenn er in die Praxis umgesetzt wird. Will man aber den Wert des Luzerner Plans richtig ermessen, so muß man die Tatsache würdigen, daß es bei den unhaltbaren Zuständen im jetzigen internationalen Rundfunk und bei den vielfach sich widerstreitenden Interessen der Länder doch schließlich gelungen ist, im Luzerner Plan eine Grundlage für den geregelten Betrieb und für die Weiterentwicklung des Rundfunks in den europäischen Ländern zu schaffen.

Industrieofen mit Molybdänwiderständen[1].

Widerstandsöfen mit metallischen Widerständen wurden bisher — soweit große, für industrielle Zwecke verwendbare Abmessungen in Frage kommen — nur für Temperaturen bis etwa 1100 ° C gebaut, da bei höheren Temperaturen die in Betracht kommenden Metalle (Nichrom) zu schnell zerstört werden. Edelmetalle, die u. U. mit Rücksicht auf die Oxydationsbeständigkeit verwendet werden könnten, scheiden wegen ihres hohen Preises aus. Molybdän, das mit Rücksicht auf seinen hohen Schmelzpunkt von 2600 ° C für Hochtemperaturöfen bestens geeignet erscheint, hat den Nachteil der fehlenden Oxydationsbeständigkeit. Es muß daher in Schutzgas verwendet werden: ursprünglich wurden Laboratoriumsröhrenöfen entwickelt, die später als Grundlage für Heizkörper für Industrieöfen dienten; in hochfeuerfesten, gasdichten, einseitig geschlossenen keramischen Schutzrohren befinden sich Molybdänwiderstände. Die Rohre werden von Schutzgas durchspült. Als Schutzgas wird Wasserstoff, Formiergas oder vorzugsweise ein Gemisch von Kohlenstoff und Wasserstoff verwendet; letzteres gewinnt man durch Zersetzung von Methylalkoholdämpfen, die durch Verdampfung von Methanol in einem dem Ofen angebauten kleinen Erhitzer erzeugt werden. Für eine Glühkammer von 25 · 25 · 60 cm Innenabmessungen werden stündlich etwa 30 l eines Wasserstoff-Stickstoffgemisches oder Schutzgas aus 0,8 l Methanol/24 h verbraucht werden. Erwähnenswert ist noch der positive Temperaturkoeffizient von Molybdän, der außerordentlich groß ist: in kaltem Zustand beträgt der spezifische Widerstand 0,05. — In warmem Zustand ist der spezifische Widerstand ungefähr in der gleichen Größenordnung wie der von Nichromlegierungen (etwa 1 ... 1,4 Ω). Man muß also auch Molybdänöfen ebenso wie Öfen mit Si-C-Widerständen stufenweise anheizen: die Si-C-Öfen wegen des negativen Temperaturkoeffizienten, die Molybdänöfen wegen des sehr starken positiven Koeffizienten. *Pk.*

[1] F. Lauster, Elektrowärme Bd. 2, S. 103.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Anwendungen der Elektrowärme.

Die Entwicklung der elektrischen Heizung im 19. Jahrhundert. — In dem letzten 21. Band 1931/32 von „Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Jahrbuch des VDI" sind zwei Beiträge aus der Elektrotechnik enthalten. Nach einer problemgeschichtlichen Studie „Die Entdeckung der elektromagnetischen Induktion" von H. Schimank berichtet W. Schulz über die Entwicklung der elektrischen Heizung[1]. Schon vor hundert Jahren wurde der bei Stromdurchfluß glühende Draht zur Fernzündung von Sprengstoffen, zwei Jahrzehnte später als Galvanokauter in der Medizin angewendet. Die noch heute beliebte offene Kochplatte mit freiliegenden glühenden Drahtspiralen ist als „Electro-Heater" schon 1859 Gegenstand eines USA-Patentes. Auf der elektrischen Ausstellung in Wien 1883 wurden die ersten elektrischen Heizgeräte einer größeren Öffentlichkeit gezeigt und in einer Zeitschrift abgebildet und beschrieben, aber nicht ohne Widerspruch „erfahrener Fachleute", die sie als Spielerei abtaten. Zu Beginn der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts wurde sowohl in Amerika wie in den Alpenländern, wo billige Wasserkraft der Ausnutzung harrte, die fabrikmäßige Herstellung aufgenommen. Schindler meldete 1891 das Patent auf seinen Heizkörper an, bei dem mit Platindraht umsponnene Asbestfäden in Rillen eines Schamottekörpers eingelegt und mit Glimmer abgedeckt waren. Um die gleiche Zeit wurde in Boston von der Butterfield-Mitchel Electric Heating Co. ein Bügeleisen konstruiert, bei dem auf der Bodenplatte montierte Spulen durch Induktion die Bügeleisensohle erwärmten. Diese Induktionsheizung wurde später von der El. Ges. Alioth in Münchenstein bei Basel für Heizgeräte weiter ausgebildet. In Deutschland fanden schon 1892 Bügeleisen mit Platin-Heizleiter von Pöge gewerbliche Anwendung in einer sächsischen Wäschefabrik. Den für die damals verwendeten Heizleiter aus Kupfer-Nickel-Legierung notwendigen Luftabschluß suchten Carpenter und Crompton durch Einbettung in Emaille zu erreichen. Helberger begann 1894 die Einbettung des Heizleiters in keramische Massen, die heute bei Kochplatten ausschließlich angewendet wird. Um diese Zeit brachte Voigt das Prometheus-System der auf emaillierten Gefäßen oder Glimmerplatten eingebrannten Edelmetall-Widerstände heraus. Für höhere Temperaturen wendeten Parvillée Heizleiter aus Metallpulver mit nichtleitenden Beimengungen, Le Roy Siliziumwiderstände und die AEG Lichtbogenheizung an. Die ersten Ausführungen des Heizkissens entstanden auch schon im vorigen Jahrhundert. Der Aufsatz bietet mit seinen vielen Einzelheiten und Literaturbelegen reichen Stoff für jeden, der sich mit der Elektro-Wärmetechnik beschäftigt. (W. Schulz, „Beiträge z. Geschichte d. Technik" Bd. 21.)

Sb.

Elektrische Heizkörper für die Berliner Stadtbahn. — Zur Heizung der neuen Wagen der Berliner Stadtbahn dienen rohrförmige Blechkörper von 130 mm Dmr. und 850 mm Länge, die einen Heizeinsatz mit drei stufenweise einschaltbaren Heizscheiden enthalten. Der Aufbau dieser

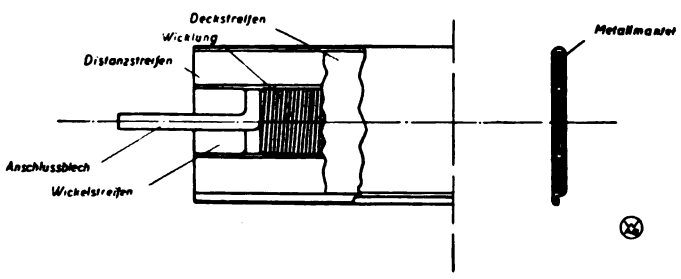


Abb. 1. Scheidenheizkörper.

Heizscheiden ist aus Abb. 1 ersichtlich. Auf einen Wickelstreifen aus Heizmikanit wird ein Chromnickelband gewickelt. Der Wickelstreifen wird durch zwei schmale Mikanitstreifen distanziert und mit zwei Deckstreifen aus gleichem Material abgedeckt. Die Stromzuführung erfolgt durch beiderseits angeordnete Nickelblechfahnen, die um den Wickelstreifen gelegt und mit der Heizwicklung fest verbunden sind. Nunmehr wird dieses Element in einen gefalzten Metallmantel geschoben und das ganze gepreßt. Die so gefertigte Heizscheide ist vollkommen spritzwasserdicht und äußerst stabil. Die zu einem Heizeinsatz zusammengefaßten drei Heizelemente bilden gegeneinander und auch gegen die Verkleidung senkrechte Kanäle, die eine vorzügliche Schlotwirkung haben. Außer der guten Wärmeverteilung hat dieser Aufbau noch den Vorzug, daß die hochkantgestellten Heizscheiben im Verein mit der kräftig hindurchzirkulierenden Luft Staubablagerungen und somit auch Staubverbrennungen nahezu unmöglich machen. Auch die geringe Masse der Heizkörper ist günstig, da die in den Heizdrähten erzeugte Wärme sofort an die zu erwärmende Luft abgegeben wird, wodurch eine sehr kurze Anheizzeit erzielt wird. Die Heizleistung kann durch einen am Längsträger des Wagens angebrachten Heizschalter in drei Stufen geregelt werden. Eine teilweise Regelung kann auch vom Führerstand aus erfolgen.

Die spezifische Einbauleistung der Stadtbahnwagen beträgt etwa 120 W/m³. Dementsprechend sind in jedem Wagen durchschnittlich 26 Heizkörper mit einer Gesamtleistung von rd. 14 kW installiert. Durch die geringe spezifische Belastung der Heizkörper sind eine sehr niedrige Oberflächentemperatur (kein Verbrennen des Staubes)

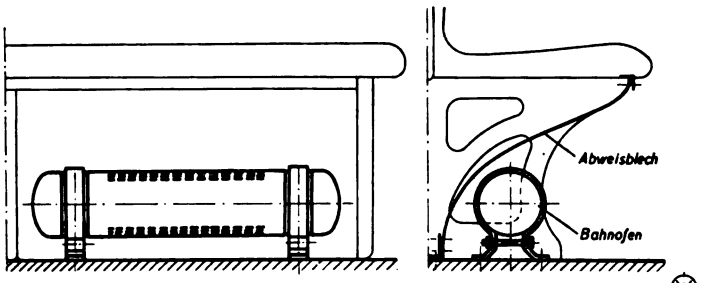


Abb. 2. Einbau der Bahnöfen, Type Bao.

und eine nicht zu starke örtliche Wärmeentwicklung erzielt. Dieser Gesichtspunkt wurde beim Einbau der Öfen noch besonders dadurch berücksichtigt, daß man die unteren Sitzbankflächen durch Wärmeabweisbleche vor direkter Bestrahlung schützte (Abb. 2).

Die Heizkörper werden von der Widerstand AG. für Elektro-Wärme-Technik, Hannover, hergestellt. *fi*

Elektrischer Heizkörper für Kraftwagen. — Vor kurzem wurden von Oberingenieur Noel, Berlin, eingehende Untersuchungen über den Mehrverbrauch von Öl und Benzin an Kraftwagen bei kaltem Motor angestellt. Eine Kühlwassertemperatur von nur 30 ° C gegenüber einer solchen von 70 ° C hatte einen Betriebstoff-Mehrverbrauch von 16 % zur Folge. Bei einem praktischen Versuch wurde der Wagen aus einer ungeheizten Garage genommen. Mit 2 l Benzin konnten 10 km zurückgelegt werden, während für die anschließenden 10 km nur 1,25 l Benzin verbraucht wurden. Der Normalverbrauch bei 70 ° C Kühlwassertemperatur betrug 1,1 l für 10 km. Man erkennt hieraus die Bedeutung der Anwärmung des Motors durch elektrische Heizkörper.

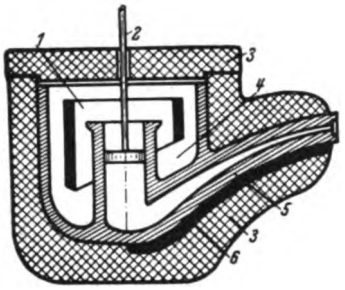
Elektrische Setzmaschinenheizung. — Die Herstellung des Drucksatzes erfolgt heute in der Mehrzahl aller Fälle mittels Setzmaschinen. Durch Anschlagen einer Tastatur (ähnlich wie bei der Schreibmaschine) werden sog. Matrizen ausgelöst. Die Matrizenzeile wird dann mit flüssigem Letternmetall (meist eine Mischung aus Zinn, Antimon und Arsen) ausgegossen. Für einen guten Guß ist

[1] Sonderdrucke sind vom Verfasser erhältlich (Frankfurt a. M.-Ginnheim, Kurhessenstr. 162).

Digitized by Google

es wichtig, daß das Letternmetall stets gut flüssig und sauber zur Verfügung steht. Der richtigen Heizung der meist mit der Maschine zusammengebauten Schmelzkessel kommt deshalb besondere Bedeutung zu.

Neben der Gasheizung wird heute vor allem elektrische Heizung der Schmelzkessel gewählt. Das erste Patent auf elektrische Setzmaschinenheizung wurde bereits 1898 der Linotype Company Ltd., London, erteilt. Abb. 3 zeigt die grundsätzliche Anordnung einer Setz-



1 Tauchheizkörper
2 Druckkolben
3 Wärmeisolation
4 Schmelzkessel
5 Gießmund
6 Heizkörper

Abb. 3. Grundsätzliche Anordnung einer elektrischen Setzmaschinenheizung.

maschinenheizung. Die hauptsächliche Heizung des Schmelzkessels erfolgt meist durch sog. Tauchheizkörper. Das Erkalten des ausfließenden Metalls im Gießmund wird durch Anbringung einer besonderen Außenheizung verhindert. Die Temperatur des Metalls wird durch Einbau von Temperaturreglern auf etwa 280 ° C konstant gehalten (± 2 ° C), was für die Schonung des Matrizenmaterials und die gute Gußbeschaffenheit von großer Bedeutung ist.

Die technische Überlegenheit der elektrischen Setzmaschinenheizung wird seit langem in allen Fachkreisen anerkannt. Der allgemeinen Einführung standen bisher nur die im Vergleich zur Gasheizung höheren Energiekosten im Wege. Noch vor etwa 5 Jahren galt allgemein, daß zum Ersatz von 1 m³ Gas etwa 2 bis 2,5 kWh benötigt werden, daß also die Kilowattstunde etwa die Hälfte des Kubikmeterpreises von Gas kosten dürfe, um gleiche Energiekosten zu erreichen[1]. Durch geschickte Ausbildung der Heizkörper und bessere Wärmeisolation ist es in den letzten Jahren gelungen, den Energieverbrauch der elektrischen Setzmaschinenheizung mehr und mehr zu verringern, während der Gasverbrauch in dieser Zeit nicht wesentlich herabgedrückt werden konnte. Abb. 4 zeigt für ein bekanntes Fabrikat deutlich die erzielten Fortschritte.

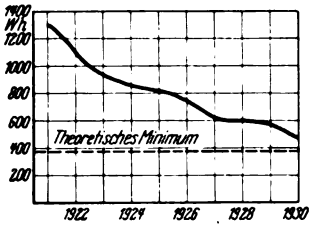


Abb. 4. Stündlicher Fortheizverbrauch einer elektrischen Setzmaschinenheizung (1921 ··· 1930).

Um dieser veränderten Sachlage Rechnung zu tragen, hat das Wirtschaftsamt des deutschen Buchdruckervereins Leipzig Mitte 1931 neue, sehr aufschlußreiche Vergleichsversuche durchgeführt[2]. Drei verschiedene elektrische Heizungen und zwei Gasheizungen wurden an einer Linotype-Setzmaschine „Simplex" eingebaut und jeweils drei Tage unter ganz gleichen Betriebsbedingungen von demselben Setzer mit dem gleichen Schriftsatz bedient. Von den Gasheizungen war eine mit Normalbrenner, eine mit Preßgasheizung ausgestattet. Ein Vergleich der besten elektrischen Heizung mit der besten Gasheizung zeigt folgendes Ergebnis[3]:

Vergleich des Energieverbrauchs
m³ Gas : kWh Strom.

Anheizverbrauch	1 : 1,25
Fortheizverbrauch	1 : 1,03
Gesamtverbrauch bei 8stündiger Betriebszeit	1 : 1,07

Es ist demnach die erfreuliche Tatsache festzustellen, daß der Stromverbrauch in kWh annähernd gleich dem Gasverbrauch in m³ wurde, obwohl der Heizwert von 1 m³ Gas etwa viermal so groß als der von 1 kWh ist. Es gelang ferner, die Anheizzeit der elektrischen Schmelzkessel auf 55 ··· 65 min zu verringern, während die gasbeheizten 68 ··· 70 min brauchten. Da zudem die Haltbarkeit der Heizung durch sorgfältigste Montage und Auswahl bester Werkstoffe ganz erheblich vergrößert werden konnte (Abb. 5), was sich in geringen Reparatur- und Unterhaltungskosten auswirkt, dürfte die elektrische Setzmaschinenheizung in den kommenden Jahren ganz erheblich an Verbreitung zunehmen. Schon jetzt sind in Deutschland etwa über 8000 elektrische Setzmaschinen-

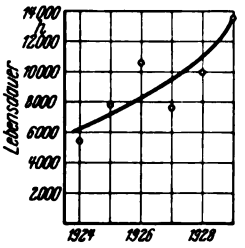


Abb. 5. Lebensdauer elektrischer Setzmaschinenheizungen (1924 ··· 1929).

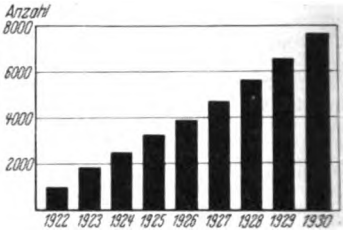


Abb. 6. Entwicklung der elektrischen Setzmaschinenheizung in Deutschland (1921 ··· 1930).

heizungen in Betrieb (Abb. 6). Vor allem haben auch die Druckerei-Großbetriebe diese Vorteile erkannt. So werden bei Mosse, Scherl, Reichsdruckerei, der Druckerei dieser Zeitschrift u. a. sämtliche Setzmaschinenheizungen elektrisch betrieben. Fr. Mörtzsch.

Vergüten von Radreifen in elektrischen Öfen. Zum Vergüten von Radreifen der rumänischen Staatsbahnen in dem Eisenwerk Resita wurde ursprünglich ein Tiefofen mit Heizung durch Generatorgas verwendet. In diesem Ofen wurden 4 Radreifenstapel zu je 10 Reifen aufgebaut. Trotz besonderer Maßnahmen bezüglich Flammenführung entsprach die Temperaturgleichmäßigkeit am Umfang der einzelnen Reifen und in der Höhe der Stapel nicht den Anforderungen, die mit Rücksicht auf die seit 1928 verschärften Übernahmebedingungen der Staatsbahnen an die Wärmebehandlung gestellt werden mußten. Es wurde deswegen eine elektrische Haubenglühanlage gebaut[1]. Man hat sich zu Haubenöfen statt zu Tieföfen entschlossen wegen der geringeren Wärmeverluste während der Beschickung, der größeren Sicherheit beim Abstellen und Wegnehmen der Reifenstapel und dem Fortfall des Ofendeckels, dessen Behandlung im Betrieb zeitraubend ist. Es wurden 5 kleinere Öfen (Heizglocke 1500 mm l. Dmr.) und ein großer Ofen (Heizglocke 2300 mm l. Dmr.) gebaut. Die Heizwicklungen der ersteren zum Anschluß an 500 V Drehstrom sind auf die Sockel (je 15 kW) und die Hauben (je 185 kW) verteilt. Es sind insgesamt 7 Sockel für die 5 Hauben ausgeführt, so daß jeweils während der Erwärmung in einer Haube der benachbarte Sockel beschickt werden kann. Jede Haube soll nur abwechselnd auf zwei verschiedenen Sockeln arbeiten, so daß sie mit biegsamen Anschlußkabeln (ohne Stecker) angeschlossen ist. Die Heizwicklungen des Sockels und der Haube sind parallel geschaltet. Die Haube selbst hat noch zwei selbsttätige Temperaturregler, je einen für die unten und oben gelegenen Heizkörper. Der eine dieser beiden Regler bedient gleichzeitig noch die Sockelheizung mit.

Für die eine Haube des größeren Ofens sind zwei Sockel vorgesehen, deren jeder 30 kW Anschlußwert hat, während die Haube 240 kW aufnimmt. Die Heizleistung der Haube ist durch Dreieck-Stern-Umschaltung auf ⅓ zu verringern.

Um ausreichende Durchwärmung feststellen zu können, wird in jeden Stapel ein Thermoelement eingeführt, dessen Anzeigen annähernd der Guttemperatur entsprechen.

Der Ausschuß hat sich durch Verwendung der elektrischen Anlage von 7 ··· 8 % (bei der generatorgasbeheizten Anlage) auf 0,2 % bei der elektrischen Anlage verringert. Die Tagesleistung der 5 kleinen Öfen beträgt etwa 200 Reifen oder 58 t; sie gehen 2mal durch den Ofen (einmal zum Härten bei 850 ° C und einmal zum Anlassen bei 580 ° C). Der gesamte Arbeitsverbrauch beträgt etwa 270 kWh/t (180 kWh für das Härten und 90 kWh für das Anlassen). (Stahl u. Eisen Bd. 52, S. 710.) *Pk.*

Elektrisch geheizte Verzinkungsöfen. — Die bisher verhältnismäßig geringe Verwendung elektrisch geheizter Öfen für die Feuerverzinkung erklärt sich größten-

[1] Siehe z. B. Techn. Mbl. Gasverwendg. Bd. 26/27, S. 5.
[2] Z. Dtschld. Buchdr. 1931, Beilage: Mitt. d. Wirtschaftsamtes, Nr. 9.
[3] S. a. Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, S. 372 (1931).

[1] Abbildung des Ofens siehe ETZ 1932, S. 60.

Digitized by Google

AEG

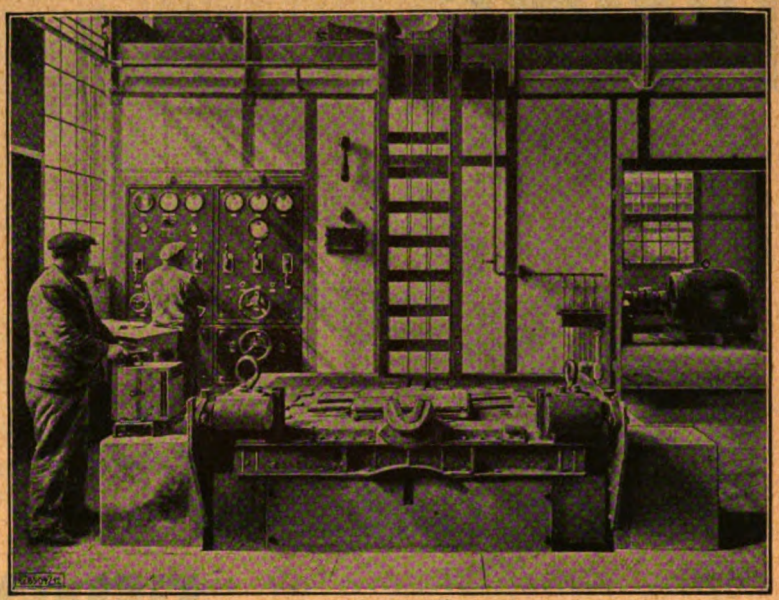
INDUKTIONS-SCHMELZÖFEN

Hochfrequenz-Induktionsofen

Zur Herstellung hochwertiger Legierungen aller Art, Erzielung gleichmäßiger Zusammensetzung des Endproduktes, geringer Tiegel- und Stromverbrauch, einfache Bedienung, Arbeiten ohne Sumpf, daher für festen und flüssigen Einsatz geeignet, Ausführungen vom kleinsten Einsatz bis 4 t und mehr. AEG-Ausrüstungen in zahlreichen Anlagen bewährt

Niederfrequenz-Induktionsofen

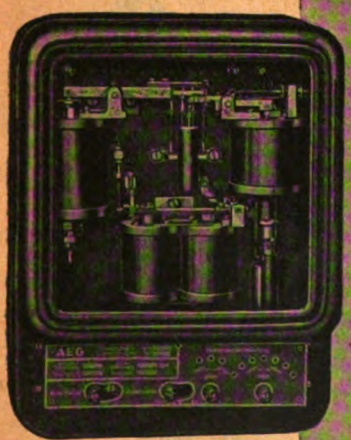
Zum Schmelzen von Kupfer und Kupferlegierungen, Anschluß an Netzfrequenz normaler Niederspannung



Hochfrequenzofen in einer Stahlgießerei

ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS-GESELLSCHAFT

AEG SCHNELLREGLER



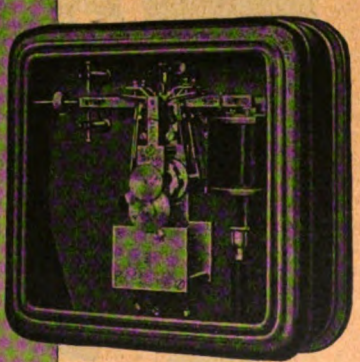
TIRRILLREGLER

als Konstantwert- und Grenzwertregler, für Strom – Spannung – Leistung – Leistungsfaktor – Frequenz – Drehzahl, als Präzisions- und Stoßregler, seit Jahrzehnten bewährt.

DER NEUE

IMPULSREGLER

für Strom – Spannung – Leistung – Leistungsfaktor – Frequenz, außerdem zur Steuerung von Hauptstrom-Regulierwiderständen, Nebenschluß-Reglern, Gleichrichter-Gitterspannungen, Drehtransformatoren.



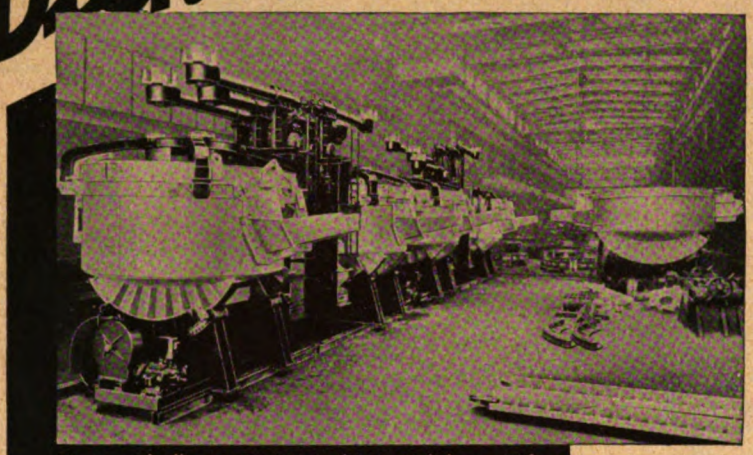
ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS-GESELLSCHAFT

VERLANGEN SIE BITTE UNSER PROSPEKTBLATT Ms/V 263

Digitized by Google

SIEMENS

Drehstrom-Lichtbogenöfen



Montagehalle mit 8-, 10- und 15-t-Lichtbogenöfen

in jeder Größe, zur Stahlherstellung, für Grauguß und für Ferrolegierungen, mit elektrisch arbeitender automatischer Elektrodenregulierung.

Außerdem liefern wir:

Hochfrequenz-Induktionsöfen
Niederfrequenz-Induktionsöfen
Reduktionsöfen jeder Art.

Umbau veralteter Ofenanlagen.

El. 056

SIEMENS & HALSKE AG
Wernerwerk, Berlin-Siemensstadt

75 1858 JAHRE 1933

C. J. VOGEL
DRAHT- UND KABELWERKE AKT.GES.
BERLIN-K'O'PENICK

Verlangen Sie bitte unser Jubiläumsheft von unserer Abt. 15 b

ADEBAHR

Digitized by Google

teils aus einer Überschätzung der Kosten. Man sollte aber gerade bei der Feuerverzinkung berücksichtigen, daß die Einstellung der Temperatur, eine Vorbedingung für den technischen und wirtschaftlichen Erfolg der Arbeit, bei der elektrischen Heizung besonders genau erfolgen kann. Man verwirklicht weiter einen sparsamen Zinkverbrauch durch zweckdienliche Bemessung des Zinküberzuges und eine Schonung der Zinkbad-Behälter durch Vermeidung einer übermäßigen Temperatur. Ein Werk arbeitete zunächst mit einem Ofen von 0,71 m Breite, 1,20 m Länge und 0,96 m Höhe für 100 kW, 220 V, Dreiphasenstrom; nachdem sich dieser Ofen bewährt hatte, wurde ein zweiter Ofen aufgestellt von 0,91 m Breite, 3,6 m Länge und 0,91 m Höhe für 220 kW, 460 V. Zu erwähnen ist weiter ein Ofen zum Verzinken von gußeisernen Röhren von 7,5 m Länge, 2 m Höhe und 1,1 m Breite für 630 kW, 220 V mit einer Leistung von 6 t/h. Der Stromverbrauch beziffert sich auf durchschnittlich 104 kWh/t. Bei einem Drahtverzinkungsofen von 2,0 m Breite, 4,2 m Länge und 1,7 m Tiefe für 204 kW, 220 V ergab sich ein Zinkverbrauch von 31 kg und ein Stromverbrauch von 106,5 kWh/t bei einer Arbeitstemperatur von 460 ° C. (R. N. Cherry, Iron Age Bd. 129, S. 334.) *Kp.*

Ein Ofen zur Herstellung von Ferromangan. — Im Kaukasus ist man z. Z. mit der Errichtung eines Elektro-Ferromanganwerkes beschäftigt, dessen jährliche Erzeugung zunächst 50 000 t 80prozentigen Ferromangans betragen und später auf 150 000 t erweitert werden soll. Die Anlage wird aus 3 elektrischen Niederschachtöfen von 7500 kVA Anschlußleistung bestehen. In einem Ofen werden etwa 40 t Ferromangan in 24 h erzeugt werden. Die Betriebspannung beträgt 110 V, der Elektronendurchmesser 1100 mm. Angesichts der örtlichen billigen Stromverhältnisse ist die Frage der Wirtschaftlichkeit als gelöst anzusehen. (Stahl u. Eisen Bd. 52, S. 1025.) *Kp.*

Induktionsöfen mit und ohne Eisenschluß. — Levasseur geht von der Feststellung aus, daß man bei Induktionsöfen mit Eisenschluß mit hohen Kosten die Frequenz herabsetzt und umgekehrt bei Induktionsöfen ohne Eisenschluß mit hohen Kosten die Frequenz heraufzusetzen bemüht ist. Zur Aufklärung dieses verschiedenen Verhaltens geht er auf eine gemeinsame Betrachtungsweise der beiden Ofenarten zurück und bestimmt die sekundäre Leistung bei konstanter Primärspannung für verschiedene Werte der Periodenzahl. Dabei findet er, daß die Kurve der sekundären Leistung bei allen Induktionsöfen ein Maximum aufweist. Bei Öfen mit Eisenschluß tritt dieses Maximum jedoch bei außerordentlich niedrigen Frequenzen von unter 5 Hz auf, während das Maximum bei eisenlosen Induktionsöfen erst bei wesentlich höheren Periodenzahlen auftritt. Durch diese Feststellung ist der scheinbare Widerspruch zwischen dem Verhalten der beiden Ofenarten erklärt. (A. Levasseur, Rev. gén. Électr. Bd. 31, S. 827.) *Pk.*

Elektrode zum Schweißen von rostfreiem Stahl. — — Zum Schweißen von rostbeständigem Stahl hat die Lincoln Electric Co. eine Elektrode für die elektrische Lichtbogenschweißung entwickelt, die der Schweißstelle korrosionsbeständige Eigenschaften verleiht. Da der Mantel dieser Elektrode keinen Kohlenstoff enthält, besteht keine Möglichkeit, daß das geschmolzene Metall während der Schweißarbeit Kohlenstoff aufnimmt. Das durch das Schweißen abgelagerte Metall wird demnach einen Kohlenstoffgehalt aufweisen, der gleich oder geringer ist als der des geschweißten Stahles, eine Tatsache von großer Bedeutung, da schon eine leichte Zunahme des Kohlenstoffgehaltes des rostfreien Stahles die Korrosion beschleunigen könnte. Die neue Elektrode ist dazu ausersehen, einen Lichtbogen zu liefern, der die Vereinigung des Luftsauerstoffes und Stickstoffes mit dem geschmolzenen Metall und damit die Bildung von Oxyden und Nitriden in der Schweißstelle verhindern soll. Zerreißversuche an mit dieser Elektrode ausgeführten Schweißungen besagen, daß der Bruch der betreffenden Proben in einer beträchtlichen Entfernung von der Schweißstelle erfolgte. Vergleichsversuche bezüglich der Korrosion zwischen mit der neuen Elektrode und solchen mit einer etwas kohlenstoffhaltigen Elektrode ausgeführten Schweißungen ergaben, daß die mit der neuen Elektrode ausgeführte Schweißung von Königswasser sogar noch weniger angegriffen wurde als der rostbeständige Stahl selbst. (Iron Age Bd. 127, S. 1682.) *Kp.*

Vakuumguß. — Abb. 7 stellt einen Vakuumofen mit Hochfrequenzheizung zum Schmelzen und Gießen von Chargen bis zu 600 g dar. Die Charge wird in einem doppelwandigen Schmelztiegel, der aus einer inneren Wandung *M* und einer äußeren *K* besteht, durch Hochfrequenz erhitzt und geschmolzen. Zwischen den Wänden befindet sich wärmeisolierendes Material *L*. Die Quelle für

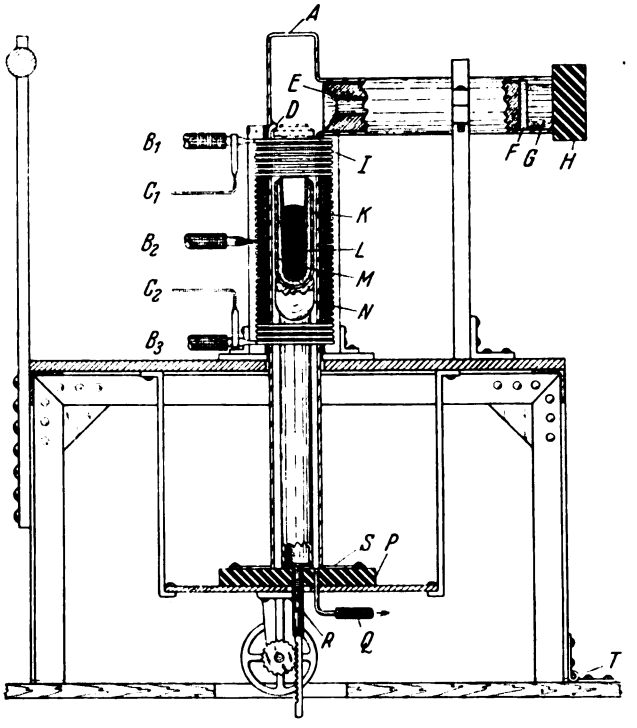


Abb. 7. Vakuumofen mit Hochfrequenzheizung.

die Heizenergie ist ein Hochfrequenzgenerator von 35 kVA. Der Druck im Ofen beträgt etwa 0,1 ··· 0,01 mm Hg. Die Evakuierung erfolgt durch den Stutzen *Q*, die Abdichtung gegen Außenluft durch Gummidichtungen *H* und *P*. Im rechten Winkel zur Achse des Schmelztiegels liegt horizontal die Gußform *E*, die sich ebenfalls noch innerhalb des evakuierten Raumes befindet. Die Erregerspule *I* ist als Metallrohr ausgebildet, durch das von B_2 nach B_1 und B_3 Kühlwasser fließt. Ist das Schmelzgut im Tiegel flüssig gemacht, was durch die aus Quarz bestehende Ofenwand *A* beobachtet werden kann, so wird mittels eines Zahntriebs der Schmelztiegel durch die Stange *R* bis zum Anschlag *D* gehoben und nun der ganze Ofen um das Scharnier *T* gekippt. Dadurch fließt das geschmolzene Metall unter Vakuum aus dem Tiegel in die Form *E*. Als Material für die Gußform kann Graphit oder Metall benutzt werden. Interessant ist, daß Nickel mit einem Schmelzpunkt von nur 1450 ° C mit voller Sicherheit als Gußform für Platin benutzt werden kann, das einen Schmelzpunkt von 1800 ° C besitzt. Das Schmelzgut wird innerhalb weniger Minuten flüssig. (Reeve, Met. & Alloys Bd. 2, S. 184.) *Lki.*

Zur Frage der ummantelten und der nackten Elektroden beim Schweißen. — Die angeblichen Vorteile, die man der nackten Elektrode zuspricht, sind: Verminderung der Gefahr, daß Schlackeneinschlüsse in die Schweißnaht gelangen, geringe Eindringungstiefe der Schweißung und deshalb geringe Veränderung der Beschaffenheit des geschweißten Werkstoffes, geringerer Preis. Man muß zugeben, daß bei der Ausführung von Schweißungen in mehreren Schweißlagen mit nackten Elektroden Schlackeneinschlüsse nur wenig in die Schweißnaht gelangen können. Anderseits ist aber das spezifische Gewicht der Schweißstelle größer als bei Benutzung von ummantelten Elektroden. Eine Rolle spielen dabei die porösen Stellen der Schweißung, und zwar können die porösen Stellen bis zu 5 % der ganzen Schweißstelle ausmachen und dadurch den Wert der Schweißung heruntersetzen. Bei Verwendung ummantelter Elektroden sind die porösen Stellen erheblich weniger umfangreich. Was die Eindringungstiefe anbetrifft, so kann der Ansicht, diese Tiefe wäre bei Verwendung ummantelter Elektroden größer, und deshalb

Digitized by Google

würde der Werkstoff stärker verändert, nicht zugestimmt werden, da die Tiefe bei beiden Elektrodenarten ungefähr gleich ist. Ummantelte Elektroden sind zwar teurer als nackte, aber es ist dabei in Betracht zu ziehen, daß die nackte Elektrode weniger Metall ablagert als die ummantelte, die Verluste an Metall durch Verflüchtigung und durch Wegspritzen größer und auch der Stromverbrauch höher ist. Bei der nackten Elektrode rechnet man mit einem Stromverbrauch von 9,4 kW, bei der ummantelten mit einem von 7,7 kW. In bezug auf die Wirtschaftlichkeit ist die ummantelte Elektrode nicht teurer als die nackte. Ausschlaggebend dürfte jedoch die Beschaffenheit der Schweißstelle sein. Bei Versuchen wurde ermittelt, daß an geschweißten Schiffsblechen die Kerbzähigkeit mit der Stärke der Ummantelung steigt. (M. Lebrun, Rev. Soud. autog. Bd. 24, S. 2439.) *Kp.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Tagung für Elektroschweißung in Essen. — Vom 20. bis 22. VII. 1933 veranstalten der E. V. des rhein.-westf. Industriebezirks, der Ruhr-Bezirksverein des Vereins deutscher Ingenieure, die Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure, Ortsgruppe Essen, der Fachausschuß für Schweißtechnik im Verein deutscher Ingenieure, die Deutsche Gesellschaft für Elektroschweißung und die Westdeutsche schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt, Duisburg, im Rahmen der vom 1. VII. bis 13. VIII. 1933 stattfindenden Elektrowärme-Ausstellung eine Tagung für Elektroschweißung in den Ausstellungshallen an der Norbertstraße mit folgenden Vorträgen: Dr.-Ing. Fry (Krupp), „Die technologischen Vorgänge beim Lichtbogenschweißen". Obering. Bauer (BBC), „Die Entwicklung und der heutige Stand der Schweißmaschinen". Obering. Ritz (SSW), „Das automatische Lichtbogenschweißen". Obering. Rosenberg (AEG), „Die elektrische Widerstandschweißung". Dipl.-Ing. Bondy, „Elektroschweißen im Stahlbau". Obering. Jurczyk (Georgsmarienhütte), „Schweißen im Maschinenbau". Dir. Dr. Vigener (Zentralverband der Preuß. Dampfkesselüberwach.-Vereine, Halle a. d. S.), „Elektroschweißen im Kessel- und Behälterbau". Prof. Dr. F. Wever (K.-W.-Inst. f. Eisenforsch. Düsseldorf), „Röntgenuntersuchung der Schweißnaht". Dipl.-Ing. Kalisch (Westdeutsche schweißtechn. Lehr- u. Versuchsanstalt, Duisburg), „Untersuchung und Prüfung der Schweißnaht". Dipl.-Ing. Kalisch, „Prakt. Vorführ. auf dem Schweißstand in Halle III."

Im Anschluß an die Vorträge finden Aussprachen statt. Auskunft erteilt die Geschäftstelle des Elektrot. Vereins des rhein.-westf. Industriebezirks, Duisburg, Prinzenstraße 61.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Bibliothek.

Die Zeitschriften-Bibliothek, die der Elektrotechnische Verein im Lesesaal des Ingenieurhauses, Berlin NW 7, Friedrich-Ebert-Str. 27, unterhält, wird unseren Mitgliedern erneut in Erinnerung gebracht und zu recht eifriger Benutzung empfohlen. Der Verein deutscher Ingenieure hat sich in liebenswürdiger Weise damit einverstanden erklärt, daß nicht nur die Mitgliedskarten des EV, sondern auch die Dauer-Gastkarten (Jahreskarten und Halbjahreskarten) zum Eintritt in den Lesesaal des Ingenieurhauses und zur Benutzung aller dort verfügbaren Bücher und Zeitschriften berechtigen, und zwar:

Montag, Dienstag, Donnerstag von 9 bis 19 Uhr,
Mittwoch und Freitag von 9 bis 21 Uhr,
Sonnabend von 9 bis 13 Uhr.

Die Bücher und Zeitschriften dürfen nur in der Bücherei selbst benutzt werden.

Elektrotechnischer Verein e. V.

Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Ausschuß für Schaltbilder.

Erläuterungen zu Entwurf 1

DIN VDE 707 „Schaltzeichen und Schaltbilder für Starkstromanlagen. Bezeichnung von Hilfsleitungen in Schaltanlagen".

Hilfsleitungen sind in Schaltanlagen ein wesentlicher und wichtiger Bestandteil. Von ihrem tadellosen Zustand hängt das gute und richtige Arbeiten einer Anlage ab.

Da auch die Hilfsleitungen in die Prüfung der Anlage einbezogen werden, ist eine übersichtliche Bezeichnung notwendig.

Im Jahre 1929 haben Elektrizitätswerke beim VDE die Normung der Bezeichnung von Hilfsleitungen in Schaltanlagen angeregt. Nach Ansicht der Werke ist eine Vereinheitlichung dieser Bezeichnungen auch mit Rücksicht auf den Wechsel des Personals innerhalb eines Elektrizitätswerkes erforderlich.

Größere Werke und verschiedene Elektrizitätsfirmen haben inzwischen behelfsmäßig selbst Bezeichnungssysteme durchgebildet. Infolge der fehlenden Normung besteht schon eine recht große Anzahl von z. T. umständlichen Bezeichnungsverfahren, die insbesondere die Arbeiten der Elektrizitätsfirmen sehr erschweren.

Auf Wunsch der Vereinigung der Elektrizitätswerke ist unter Mitwirkung mehrerer Elektrizitätsfirmen der Normblattentwurf DIN VDE 707 ausgearbeitet worden, der folgende Anforderungen erfüllt:

1. Einfachheit und Klarheit des Bezeichnungssystemes.
2. Freizügigkeit in der Wahl der Kennmittel.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Schaltbilder.

Durch den Unterausschuß „Schaltungsbilder und -pläne, Klemmenbezeichnung" ist ein Entwurf 1 zu

DIN VDE 707 „Schaltzeichen und Schaltbilder für Starkstromanlagen. Bezeichnung von Hilfsleitungen in Schaltanlagen"

ausgearbeitet, von dessen Veröffentlichung an dieser Stelle aus Raumersparnisgründen abgesehen wird.

Der Entwurf steht Interessenten zum kostenfreien Bezuge bei der Normenstelle des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie, Berlin W 35, Corneliusstr. 3, zur Verfügung, während ein erläuternder Bericht für den Entwurf nachstehend bekanntgegeben wird.

Einsprüche gegen den Entwurf sind in doppelter Ausfertigung bis zum 15. August 1933 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Digitized by Google

3. Anwendbarkeit für alle Schaltanlagen.
4. Farben dürfen kein grundsätzlicher Bestandteil des Systemes sein.
5. Die Leitungsverfolgung in der Anlage soll ohne Hinzuziehen des Schaltbildes und ohne Abtasten der Leitung möglich sein.

Die meisten der bisher bekanntgewordenen Bezeichnungssysteme haben immer nur einen Teil dieser Forderungen erfüllt, und waren daher nicht zur Normung geeignet.

Der Normblattentwurf DIN VDE 707 enthält Richtlinien für die neuen Bezeichnungen der Hilfsleitungen. Durch seine klare und einfache Fassung erübrigen sich besondere Erläuterungen. Besonders sei darauf hingewiesen, daß dieses System sich nicht nur auf theoretische Überlegungen gründet, sondern auf die Tatsache, daß die Hilfsleitungen nach diesem System bereits in vielen Anlagen jeder Größe mit sehr schwierigen Schaltungen bezeichnet wurden. Der Beweis für die praktische Bewährung des vorgeschlagenen Bezeichnungssystemes ist daher bereits erbracht.

Bekanntmachung.

Am 1. Juli 1933 traten folgende Bestimmungen in Kraft, deren Sonderdrucke durch die Geschäftstelle des VDE in Kürze zu beziehen sind:

VDE 0145a/1933 Nachtrag zu VDE 0145/1925
„ 0255a/1933 Nachtrag zu VDE 0255/1928
„ 0326/1933 Leitsätze für die Prüfung von Hartpapierformstücken (Erstfassung)
„ 0431/1933 Regeln für das Messen von Spannungen in Röntgenanlagen mit der Kugelfunkenstrecke (Erstfassung)
„ 0610c/1933 3. Nachtrag zu VDE 0610/1928
„ 0625/1933 Vorschriften für 2-polige Gerätesteckvorrichtungen und Geräteanschlußschnüre 10 A, 250 V für Hand- und Elektrowärmegeräte (Erstfassung)
„ 0740a/1933 Nachtrag zu VDE 0740/1932

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin. 14. VII. 1933, nachm. 5½ h, Phys. Inst. der Universität, Reichstagsufer 7/8: Vortrag E. Rieckmann, „Über Zeitmessung mit Pendeluhren".

Internationales Institut für Dokumentation (I I D), Brüssel. 17.—21. VII. 1933: 12. Tagung in Brüssel, Palais Mondial (Pare du Cinquantenaire). Anmeldungen sind an den Deutschen Normenausschuß, Berlin NW 7, Dorotheenstr. 40, zu richten. Von dort ist auch das ausführliche Programm der Tagung zu beziehen.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

G. Wolf †. — Am 21. VI. starb Herr Dr.-Ing. E. h. Georg Wolf, der frühere Generaldirektor der C. Lorenz A.-G., über dessen Werdegang und Verdienste wir in der ETZ 1929, S. 1538, berichtet haben.

J. Stark. — Als Nachfolger des in den Ruhestand versetzten Prof. Dr. Paschen wurde Prof. Dr. Johannes Stark, früher Prof. der Experimentalphysik an der Universität Würzburg, zum Präsidenten der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin ernannt.

LITERATUR.

Besprechungen.

Tafeln zur Berechnung von Hochspannungsleitungen bis 1000 km Länge nebst kurzer Theorie. Von Prof. W. Rung. (Ingeniørvidenskabelige Skrifter A Nr. 30.) Mit 6 Abb., 5 Taf. i. Anhang u. 32 S. in gr. 8°. Verlag Danmarks Naturvidenskabelige Samfund, Kopenhagen 1931. Preis geh. 4,50 Kr.

William Rung hat Tafeln herausgegeben, die zur Berechnung von Hochspannungsleitungen bis 1000 km Länge brauchbar sind. In der Einleitung des 30 Seiten starken Heftes wird zunächst die bekannte Theorie für Wechselstromleitungen wiedergegeben. Diese Zusammenstellung ist sehr übersichtlich. Aus ihr werden Korrektionsgrößen abgeleitet, durch die das Diagramm für eine lange Leitung durch dasjenige ersetzt wird, welches in bekannter Weise bei kurzen Leitungen angewendet wird. Eine Zusammenstellung der Leitungskonstanten erleichtert den Gebrauch des für den Praktiker und Studenten zusammengestellten Büchleins. In einem Beispiel ist eine 220 kV-Drehstrom-Doppelleitung durchgerechnet, u. zw. nach der Methode des Verfassers und nach der genauen Methode. Die Abweichungen sind sehr gering und können in der Praxis vernachlässigt werden, zumal die Aufgabenstellung in den meisten Fällen bei weitem nicht so genau ist wie eine überschlägige Rechnung.

Über die Berechtigung, mit einer Näherungsmethode anstatt mit der genauen zu arbeiten, kann man streiten. Eine große Anzahl von Hochschullehrern vertritt die Auffassung des Berichterstatters, daß man Faustformeln im allgemeinen nicht verwenden soll. Von einer solchen kann im vorliegenden Falle nicht gesprochen werden, da die Korrektionsgrößen abgeleitet wurden, und da genau festgestellt wurde, welchen Einfluß sie auf das Ergebnis haben. Immerhin liegt die Gefahr vor, daß derjenige, der im praktischen Betriebe mit diesen Gleichungen rechnet, sich nicht klar macht, unter welchen Umständen sie gültig sind. Die Tafeln können einem Studenten zeigen, auf welche Weise man die vorgelegten Differenzgleichungen mit Hilfe von Nomogrammen lösen kann. Sie können dem Praktiker, der eine große Anzahl von Leitungen zu berechnen hat, gute Dienste leisten. Bütow.

Technisch-wissenschaftliche Abhandlungen aus dem Osram-Konzern Bd. 2. Herausg. v. d. Hauptstelle für wiss. Berichterstattung des Osram-Konzerns unt. Mitarb. zahlr. Fachleute. Mit 398 Abb. u. 1 Bildnis, VI u. 365 S. in gr. 8°. Kommissions-Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis geb. 25 RM.

Dieser zweite Band ist wieder von M. Pirani, dem Leiter der Osram-Studiengesellschaft, zusammengestellt worden. Der Eindruck wohldurchdachter Arbeit, den der erste Band hinterließ, wird durch diesen zweiten noch mehr bestärkt. So kann ich mich beschränken, einen kurzen Überblick über die wichtigsten Probleme zu geben, die in den 57 Arbeiten behandelt werden. Die ersten betreffen statistische Probleme der Fabrikation, es folgen 7 Arbeiten über die Gasentladungsröhren, deren Entwicklung in kurzer Zeit zu überragenden Ergebnissen geführt hat; es sei an die Natriumdampflampe erinnert. Neben Arbeiten über Metallfadenlampen sind fünf Arbeiten dem Osram-Hartmetall, das in der Metallbearbeitung und in der Glasdreherei große Erfolge zu verzeichnen hat, und den Karbiden, ein Dutzend dem Glase und seiner Erzeugung gewidmet. Den Schluß bilden einige theoretische Arbeiten über heterochrome Photometrie, über photoelektrische Zellen und anderes mehr.

Mit dem Hartmetall und der neuesten Entwicklung der Gasentladungsröhren hat die Studiengesellschaft aus wissenschaftlicher Arbeit heraus der Technik neue Wege und neue bedeutungsvolle Entwicklungsmöglichkeiten eröffnet.

Ein wohlgelungenes Bild von G. Gehlhoff erinnert an den so erfolgreichen, leider allzu früh Verstorbenen. Drei seiner letzten wissenschaftlich-technischen Arbeiten über das Glas sind in diesem Band enthalten.

J. D'Ans.

Elektrische Heizeinrichtungen für Industrie und Gewerbe. Von W. Schulz. Mit 180 Textbildern u. 106 S. in 8°. Selbstverlag des Verfassers: Frankfurt a. M.-Ginnheim, Kurhessenstr. 162, 1933. Preis geh. 4 RM, geb. 5 RM.

Es ist begrüßenswert, daß Schulz in Form des vorliegenden Buches aus seiner reichhaltigen Sammlung von Material einen Teil einem größeren Leserkreis zugänglich macht. Die Schrift hat die Aufgabe, eine Übersicht über die Anwendungsgebiete der Elektrowärme zu geben. Dieser Aufgabe dienen die Abschnitte 10—18. Es liegt in der Natur dieser Aufgabe und an der außerordentlich weiten Verbreitungsmöglichkeit der Elektrowärme, daß Vollständigkeit weder erstrebt noch erzielt wird. Einige

Digitized by Google

allgemeine Bemerkungen sind vorangestellt, die sich mit Heizungsarten, Berechnung, Heizkörpern, Aufbau der Heizeinrichtungen, Schaltung und Regelung, Temperaturmessung befassen.

Man kann keinesfalls der Auffassung des Verfassers beipflichten, daß die Möglichkeit nachträglichen Einbaues der elektrischen Heizung in vorhandene Anlagen als Vorteil der Elektrowärme aufzufassen ist, da die Erfahrung immer wieder lehrt, daß nachträglicher Einbau in ursprünglich für andere Heizungsarten vorgesehene Heizeinrichtungen zu wirtschaftlich (und oft auch technisch) unbefriedigenden Lösungen führt (S. 1).

Die Abschnitte über Berechnung sind absichtlich sehr kurz gehalten. Es ist aber keineswegs angängig, wie Schulz es macht, die Wärmeverluste zu schätzen, statt sie soweit als möglich zu berechnen. Bei Geräten gelingt zwar die Berechnung in der Regel noch nicht; bei diesen kann man sich aber erfahrungsgemäß in weit größerem Maße als bei Öfen auf Vorversuche stützen.

Am Schluß des Heftes ist ein Lieferantenverzeichnis angefügt, das auffallenderweise zwei so wichtige auf dem Gebiete der Elektrowärme tätige Firmen wie die AEG und BBC nicht nennt. — Beigefügt sind einige Anzeigen ausführender Firmen. Die Schrift kann trotz mancherlei Mängel ihre guten Dienste leisten, da sie in vielen Fällen die Prospekte einzelner Baufirmen entbehrlich macht, auf die sie sich im wesentlichen stützt. Victor Paschkis.

Die neueren Schweißverfahren. Von Prof. Dr.-Ing. P. Schimpke. 3., verb. Aufl. (Werkstattbücher H. 13, herausg. v. Dr.-Ing. E. Simon.) Mit 71 Abb., 5 Tab. i. Text u. 63 S. in 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 2 RM.

Der Verfasser hat sich seinerzeit dadurch verdient gemacht, daß er als einer der ersten die neuzeitlichen Schweißverfahren in Handbüchern zusammengestellt hat. Vorliegendes Heft Nr. 13 stellt nun einen gedrängten Auszug aus den Handbüchern dar. Da ein so wohlfeiles Buch einen sehr großen Laienleserkreis findet, so sind an den Inhalt sehr hohe Anforderungen zu stellen, besonders hinsichtlich der Werturteile, denn der Leserkreis macht sich meist kritiklos diese zu eigen. Auch sollen in einem solchen Heft keine veralteten, sondern möglichst nur die neuzeitlichen, bewährten Arten von Maschinen, Geräten, Apparaten, Zusatzstoffen usw. gebracht werden. Die Schweißtechnik hat sich nun gerade in den letzten Jahren sehr stark entwickelt, und es ist vieles heute durch wissenschaftliche Forschung und praktische Erprobung als richtig erkannt worden, was noch vor einigen Jahren als zweifelhaft galt. So z. B. die Überlegenheit der jetzt nicht mehr teueren umhüllten und Schmelzmantelelektroden gegenüber den nackten, die Vorteile der Querfeld- und Roebel-Maschine und des kompensierten Wechselstromtransformators, ferner die Vorteile des Gleichdruckbrenners und des Druckentwicklers, der Dünnblechschweißung mit dem Kohle- und Metallbogen und vieles andere. Leider ist das in dem Buch nicht berücksichtigt. Hoffentlich wird die nächste Auflage dem derzeitigen Stande der Schweißtechnik mehr gerecht. Der Druck und die Abbildungen sind gut, auch die Schreibweise ist schlicht und jedermann verständlich. J. C. Fritz, Köln.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Vergebung von Vertretungen durch Industriefirmen. — Vom Reichsverband der Handelsvertreter für Elektrotechnik und vom Reichsverband der Handelsvertreter der Radioindustrie liegt uns folgende Zuschrift vor:

Industriefirmen des elektrotechnischen und Radiogeschäftszweiges, die Vertretungen zu vergeben oder neu zu besetzen haben, ist zu empfehlen, sich an den Reichsverband der Handelsvertreter für Elektrotechnik oder an den Reichsverband der Handelsvertreter der Radioindustrie zu wenden. Beide Reichsverbände sind Fachverbände des Centralverbandes Deutscher Handelsvertreter-Vereine, der mit den anderen Verbänden des Handels dem Reichsstand des deutschen Handels angehört. Mitglieder des Centralverbandes Deutscher Handelsvertreter-Vereine und seiner Fachverbände sind nur Handelsvertreter (Handlungsagenten gemäß §§ 84 ff. HGB.), also selbständige Kaufleute, die hinsichtlich Warenkenntnis, kaufmännischer Ausbildung und Erfahrung allen Anforderungen genügen, die an einen Handelsvertreter gestellt werden können. Die Geschäftstellen der Reichsverbände befinden sich in Berlin NW 7, Georgenstraße 47. *of*

Der französische Elektroaußenhandel 1932[1]). — Das Jahr 1932 hat sowohl für die Einfuhr wie für die Ausfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse eine weitere Schrumpfung gebracht; der Rückgang der Einfuhr um rd. 30 % ist in der Hauptsache auf die Kontingentierungsmaßnahmen zurückzuführen. Gleichzeitig sank jedoch die Ausfuhr um rd. 40 %, so daß der Einfuhrüberschuß nur wenig niedriger liegt als 1931.

Frankreichs Elektroaußenhandel in 1000 RM*

	1930	1931	1932
Einfuhr	124 158	105 372	73 122
Ausfuhr	85 885	73 687	43 668
Einfuhrüberschuß	38 273	31 685	29 454

* 1 RM = 6,05 fr.

Der Rückgang der Ausfuhr war bei fast allen Positionen recht stark; er belief sich bei Telephon-, Telegraphen- und anderen elektrischen Einrichtungen und Apparaten, bei Glühlampen, elektrischer Kohle, Akkumulatoren und Isolatoren auf rund ein Drittel, bei dynamoelektrischen Maschinen war er noch stärker. Lediglich zwei unbedeutende Warengruppen, nämlich Teile von Maschinen und Elektromotoren und Trockenbatterien und Kondensatoren zeigen Ausfuhrsteigerungen.

Auf der Einfuhrseite ist der stärkste Rückgang bei dynamoelektrischen Maschinen und Transformatoren eingetreten. Relativ geringe Rückgänge zeigen Telegraphen-, Fernsprech- und andere elektrische Apparate und elektrische Drähte und Kabel. Eine erhebliche Einfuhrsteigerung weisen Trockenbatterien und Kondensatoren auf.

Frankreichs Elektroaußenhandel in 1000 RM

	1931	1932
1. Einfuhr.		
Dynamo-elektrische Maschinen, Transformatoren	27 386	11 440
Telephon-, Telegraphen- und andere elektrische Einrichtungen und Apparate	48 917	37 944
Teile von Maschinen und Elektromotoren	45	11
Glühlampen	15 079	12 837
Bogenlampen und Teile davon	112	35
Elektrische Kohle	1 864	1 236
Elektrische Drähte und Kabel	3 335	2 981
Teile elektrischer Apparate	4 279	2 943
Magnete, außer Elektromagneten	404	187
Akkumulatoren und Teile davon	1 112	617
Trockenbatterien und Kondensatoren	1 389	2 355
Porzellan- und andere Isolatoren	1 250	536
Insgesamt	105 373	73 119[2])
2. Ausfuhr.		
Dynamo-elektrische Maschinen, Transformatoren	15 112	8 531
Telephon-, Telegraphen- und andere elektrische Einrichtungen und Apparate	26 157	15 158
Teile von Maschinen und Elektromotoren	13	174
Glühlampen	4 533	3 045
Bogenlampen und Teile davon	343	117
Elektrische Kohle	3 480	2 401
Elektrische Drähte und Kabel	8 508	4 556
Teile elektrischer Apparate	6 916	4 320
Magnete, außer Elektromagneten	29	76
Akkumulatoren und Teile davon	4 468	2 639
Trockenbatterien und Kondensatoren	723	638
Porzellan- und andere Isolatoren	3 344	2 009
Insgesamt	73 687	43 668[2])

[1] ETZ, 1932, S. 1216.
[2] Die kleinen Ungleichheiten in der Addition sind auf Abrundungen zurückzuführen.

A. Fr.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 13: Wer stellt eine Flüssigkeit zur Reinigung von Kommutatoren her?

Abschluß des Heftes: 30. Juni 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Schmelzöfen für Nichteisenmetalle.

Mitteilung der AEG.

Die durch Widerstandselemente beheizten Schmelzöfen kommen als Dauerbetriebsöfen bis jetzt nur für Temperaturen bis etwa 700° C in Betracht. Als Heizelemente dienen Chromnickelwiderstände, die entweder im Deckel angebracht sind und durch direkte Bestrahlung den Einsatz erwärmen oder seitlich und unterhalb des Schmelzbehälters angeordnet sind und ihre Wärme über die Tiegelwandungen dem Einsatzgut zuführen. Nach dem letztgenannten Prinzip arbeiten u. a. die Weißmetallschmelzöfen.

Abb. 1. Induktionsofen für normale Frequenz.

Für höhere Temperaturen haben die Induktionsöfen nach einer kurzen Vormachtstellung der Lichtbogenstrahlungsöfen endgültig die Führung übernommen. Man hat hier zwischen Induktionsöfen mit Eisenkopplung und schleifenförmiger Rinne für normale Frequenz (Abb. 1) und Induktionsöfen ohne Eisenkopplung und ohne Schmelzrinne für höhere Frequenz (Abb. 2) zu unterscheiden.

Der von der AEG gebaute Ofen für normale Frequenz hat eine senkrechte kreis- oder V-förmige Schmelzrinne, die den Eisenkern mit der Primärwicklung umschließt und somit die Sekundärwicklung des Transformators bildet. Aus dem Aufbau geht ohne weiteres hervor, daß der Ofen nur bei gefüllter Schmelzrinne, d. h. geschlossenem Sekundärkreis, arbeiten kann. Diese Bedingung wird dadurch erfüllt, daß man den Ofen nach beendeter Charge nicht vollkommen leert, sondern einen Sumpf zurückläßt, der in der Betriebstellung des Ofens die geschlossene Sekundärwicklung bildet. Der in dem Ofen verbleibende Rückstand beträgt etwa 12% vom Ofeninhalt.

Die Temperatur in der Schmelzrinne hängt von der Stromdichte ab und kann durch Aenderung des Uebersetzungsverhältnisses der Primärwindungszahl zur Sekundärwindungszahl geregelt werden. Der große Vorzug dieser Oefen besteht darin, daß die Wärme direkt im Schmelzgut erzeugt und das Schmelzgut ohne mechanische Hilfsmittel durch elektrodynamische Kräfte gut durchmischt wird. Diese Durchmischung, welche die Gefahr der Ueberhitzung der Schmelze beseitigt, wird durch den sogenannten Pincheffekt (Kneifwirkung) hervorgerufen und ist um so lebhafter, je höher die Stromdichte ist. Außer dem Pincheffekt treten bei entsprechender Ausbildung der Schmelzrinne noch magnetische Kräfte auf, welche die Durchmischung des Schmelzgutes unterstützen. Bei der Bemessung der Schmelzkanäle ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß der entstehende Druck infolge der Kneifwirkung größer ist als der hydrostatische Druck der darüberliegenden Schmelze.

Die gute Durchmischung des Schmelzgutes ist einer der Gründe, die diesen Oefen gerade in den Messinggießereien eine so außerordentliche Verbreitung verschafft haben. Außerdem haben diese Induktionsöfen sich zur Herstellung von bestimmten Kupfer-Nickel- und Kupfer-Zinn-Legierungen bestens bewährt. Zum Niederschmelzen von Zink eignen sich die Induktionsöfen besonders gut, da jede Ueberhitzung, die hier sehr unerwünscht ist, mit Leichtigkeit vermieden werden kann.

Der Wirkungsgrad eines Niederfrequenz-Induktionsofens läßt sich bei entsprechender Wärmeisolation bis zu 90% steigern. Der Leistungsfaktor kann mit 0,7 bis 0,8 eingesetzt werden.

Die Erzeugung der Wärme im Schmelzgut selbst und die Vermeidung jeder Ueberhitzung hat eine große Haltbarkeit der Zustellung zur Folge. Man kann bei Messingöfen mit einer mittleren Haltbarkeit der Zustellung von 2500 Chargen rechnen; es liegen jedoch schon Haltbarkeitszahlen über 10 000 vor.

Die Induktionsöfen ohne besondere Schmelzrinne sind nach der Einführung der Niederfrequenzöfen entwickelt worden und füllen insofern eine wichtige Lücke aus, als die schleifenförmige Schmelzrinne bei Verwendung eines Stromes höherer Frequenz in Fortfall kommen kann. Diese Oefen brauchen infolgedessen zur Inbetriebsetzung keinen flüssigen Sumpf und können von vornherein mit festem Einsatz beschickt werden.

In bezug auf Reinheit der Schmelze, Regelung der Temperatur und Güte des Enderzeugnisses, sind beide Ofenbauarten ebenbürtig. Dem Vorteil des einfachen Ofenherdes und der Möglichkeit der Beschickung mit festem Einsatz ohne flüssigen Sumpf stehen die höheren Anschaffungskosten gegenüber, die sich aus der Notwendigkeit der Aufstellung eines Umformersatzes zur Umformung der Netzfrequenz in Ofenfrequenz und einer Kondensatorenbatterie für die Kompensation des von der Ofenspule benötigten Blindstromes ergeben. Der Hochfrequenzofen bietet also zum Schmelzen von Nichteisenmetall dort Vorteile, wo kein durchgehender Betrieb in Frage kommt, die Legierung häufig wechselt und ein im Ofen verbleibender Sumpf hinderlich sein würde.

Die Arbeitsgebiete beider Oefen sind demnach voneinander abgegrenzt. Wo die Betriebsverhältnisse es

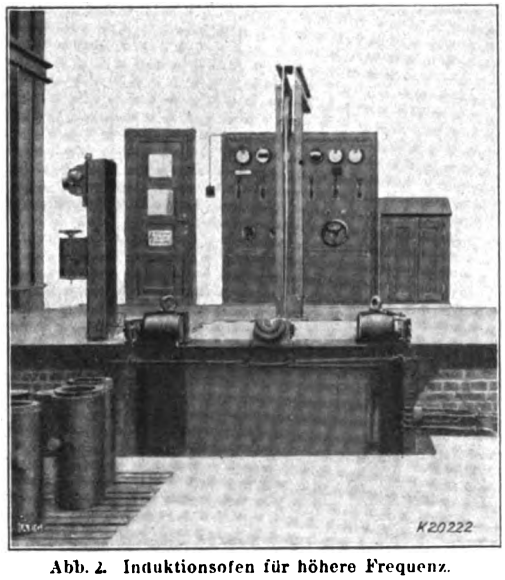


Abb. 2. Induktionsofen für höhere Frequenz.

zulassen, wird man den Niederfrequenzofen wegen seiner geringen Anschaffungskosten bevorzugen.

Gegenüber den Lichtbogenöfen haben die Induktionsöfen den großen Vorzug der genauen Einstellbarkeit der Temperatur, der guten Durchmischung des Materials, der Vermeidung örtlicher Ueberhitzungen und der großen Haltbarkeit der Zustellung. Alle diese Vorzüge bilden die Grundlage für die Erzielung eines erstklassigen Endproduktes.

Digitized by Google

Auch auf dem Schulschiff
„Gorch Fock"
wieder die bewährten
und langjährig erprobten
FANAL Apparate

METZENAUER & JUNG/WUPPERTAL
Spezialfabrik autom. Schaltapparate

SILBERLOTE
SIND JETZT SO BILLIG
geworden, daß jeder Qualitäts-arbeiter sie verwenden kann und verwenden wird.
DR. TH. WIELAND
Pforzheim
Gegründet 1871

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 13. Juli 1933** **Heft 28**

Die Saaletalsperre*.

Von Oberbaurat Dipl.-Ing. **H. Kyser**, Weimar.

Übersicht. Es werden die Grundlagen für die maschinelle Ausgestaltung des Sperrenkraftwerkes der Saaletalsperre und die Größenbestimmung der Maschinen besprochen, wie sie sich aus den wasserwirtschaftlichen Verhältnissen ergeben. Ferner werden bautechnische, betriebstechnische und wirtschaftliche Einzelheiten über das Sperrenkraftwerk selbst mit seinen Nebenanlagen sowie die Eingliederung der Spitzenstromlieferung in die thüringische und mitteldeutsche Elektrizitätswirtschaft behandelt.

Über die geschichtliche Entwicklung und die grundsätzlichen Arbeitsbedingungen der Saaletalsperre ist bereits berichtet worden[1]. Die Planungen sind durchgeführt, die Sperrenanlage ist Anfang Dezember 1932 fertiggestellt und dem Betrieb übergeben worden. Der vorliegende Bericht bringt Einzelheiten über die Größenbestimmung, über die Bauverhältnisse, die maschinellen Anlagen und die elektrischen Einrichtungen des Kraftwerkes[1]. Einen Überblick über die fertiggestellte Sperranlage gibt Abb. 1.

An der Bleilochsperrenstelle beträgt nach Zahlentafel 1 der mittlere Jahresabfluß der Saale rund $420 \cdot 10^6$ m³. Er schwankt bis etwa 30 % in den einzelnen Jahren. Aus dieser mittleren Jahresabflußmenge ergibt sich auf 365 Tage umgerechnet eine mittlere Abflußmenge von 13,3 m³/s. Der Beckeninhalt der Bleilochsperre ist also rund die Hälfte des mittleren Jahresabflusses; theoretisch kann infolgedessen bei voller Speicherung immer noch eine sekundliche Wassermenge im Mittel als Durchschnitt aus einer Reihe von Wasserjahren gerechnet von 5 m³ abfließen. Die nur einmal entnommene Wassermenge für den eisernen Bestand der Sperre mit 30 Mill m³, der bis zur Kote + 383 ü. N.N. aus turbinentechnischen Gründen gehalten wird, steht in bezug auf die Gesamtmenge des Abflusses ebenfalls zur Verfügung. Werden bei voller Inanspruchnahme der Sperre 185 Mill m³ zur Elbanreicherung benutzt, so kann bei mittleren Niederschlagsverhältnissen diese Wassermenge in etwa einem halben Jahre die entleerte Sperre wieder füllen. Selbstverständlich dauert die Füllung in trockenen Jahren länger, in nassen Jahren kürzere Zeit. Nach einem bestimmten Wasserwirtschaftsplan, über den seinerzeit bereits berichtet worden ist[2], wird die Handhabung des Wasserschatzes zur Elbeanreicherung in Verbindung mit der Elektrizitätserzeugung durchgeführt werden.

Plötzliche Hochwässer werden von der Sperre aufgenommen, indem zu bestimmten Zeiten, die im allgemeinen bekannt sind, ein entsprechender Hochwasserschutzraum gebildet wird. Schon die ersten Betriebsmonate haben gezeigt, daß dieser volkswirtschaftlichen Aufgabe wohl entsprochen werden kann.

Die Wasserabgabe für die Elbe wird je nach den Bedürfnissen zwischen 5 und 70 m³/s schwanken.

Die Saaletalsperre gliedert sich (Abb. 2) im allgemeinen in das Sperrbecken mit den erforderlichen Nebenanlagen wie Brücken, Siedelungen, Straßenbauten, Eisenbahnbauten und dergleichen, die Sperrmauer, die Umlaufstollen, die Hochwasserentlastung, das Hauptkraftwerk, das Ausgleichbecken, die Sperrmauer am Ende des Ausgleichbeckens bei Burgkhammer (Abb. 3) und das Burgkhammer-Kraftwerk. Dazu kommen vom Thüringenwerk errichtet das Umspannwerk an der Sperre und die Leitungen zur Eingliederung in das mitteldeutsche bzw. thüringische Stromnetz.

Zahlentafel 1. Übersicht über die Ausbauverhältnisse der Bleilochtalsperre und der Hohenwartetalsperre.

Ausbauverhältnisse der		Bleilochtalsperre	Hohenwartetalsperre
Größe des Niederschlagsgebietes	km²	1231,8	1648
mittlere jährl. Zuflußmenge . .	m³	420 Mill	525,1 Mill
mittlere sekundl. „ . . .	m³/s	13,30	16,7
Fläche des Stausees.	ha	918	700
Länge „ „ in Flußachse	km	28	27
größte Breite des Stausees . . .	km	2	1
höchstes Stauziel in der Sperre .	m. ü.N.N.	+ 410,00	+ 304,40
gesamter Staubeckeninhalt . .	m³	215 Mill	190 Mill
tiefstes Absenkziel in der Sperre	m. ü.N.N.	+ 383,00	+ 264,40
Gefällschwankung „ „ „	m	27	40
nutzbare Wassermenge bei höchstem Stauziel etwa . .	m³	180 Mill	172 Mill
größtes Nutzgefälle	m	58	61
kleinstes „	m	27	21
Ausgleichbecken:		**Burgkhammer**	**Eichicht**
Gesamter Unterbeckeninhalt . .	m³	5,4 Mill	—
Nutzraum des Unterbeckens . .	m³	2,88 „	—
Länge des Unterbeckens in Flußachse . . .	km	5,94	—
höchstes Stauziel	m. ü.N.N.	+ 355,70	—
tiefstes „	m. ü.N.N.	+ 351,50	—

Abb. 1. Übersicht über Sperrsee, Sperrmauer, Kraftwerk und Umspannwerk der Saaletalsperre.

* Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 28. II. 1933. Eine Besprechung fand nicht statt.

[1] S. a. H. Kyser, Die Saaletalsperre, ETZ 1930, S. 1477; Der maschinentechnische Ausbau des Kraftwerkes der Bleiloch-Saaletalsperre, Brown Boveri-Nachr. 1931, H. 2; A. Jaensch, Synchronmaschinen für das Bleiloch-Kraftwerk der AG. Obere Saale, Weimar.

[2] ETZ 1930, S. 1479.

Digitized by Google

Auf die Bauingenieuranlagen kann im einzelnen nicht näher eingegangen werden[3]. Um die Größe der Bauingenieurarbeit für die Sperrmauer zu kennzeichnen, sind in Zahlentafel 2 einige Baudaten zusammengestellt.

Zahlentafel 2. Bauingenieurleistungen beim Bau der Saaletalsperre.

Inhalt der Sperrmauer	180 000 m³
Höhe der Sperrmauer	65 m
Sohlenbreite der Sperrmauer	47 m
Kronenbreite der Sperrmauer zwischen den Geländern	7,20 m
Kronenlänge der Sperrmauer	205 m
mittlere Belegschaftstärke	1 000 Mann
größte Belegschaftstärke	1 500 Mann
gesamte Ausbruchmassen auf der Sperrenbaustelle	500 000 m³
verbrauchte Sprengmittel	2 500 Zentner
gesamte Betonmassen	210 000 m³
Bindemittelverbrauch	60 000 t = 4000 Eisenbahnwagen
größte Tagesbetonleistung an der Sperrmauer	1 500 m³
Länge der auf der Baustelle verlegten Werkbahngleise	16 km
gesamte Maschinenleistung der Baustelleneinrichtung	3 800 kW

Ferner wurden gebaut:

5 Brücken mit insgesamt	rd. 1,5 km Länge
Straßen mit insgesamt	rd. 20 km Länge
zahlreiche Wege und Siedelungen.	

Die Sperrmauer ist in Gußbeton ausgeführt und zwischen 7 Pfeilern von einer Betonierbrücke aus errichtet worden.

Der Größenbestimmung der kraftwirtschaftlichen Anlagen für die Hauptsperre wurden die Abflußverhältnisse der Saale in einem Durchschnitts-Wasserjahr zugrunde gelegt. Die Ausnutzung des gespeicherten Wassers konnte nur in Form von Spitzenstromerzeugung wirtschaftlich in Frage kommen. Diesem Grundgedanken wurde entsprochen. Aus einer jährlichen Betriebstundenzahl von 1000 für Spitzenlieferung, die für die gegenwärtigen Belastungsverhältnisse öffentlicher Elektrizitätswerke im allgemeinen zutrifft, folgt bei rd. 250 Arbeitstagen eine tägliche Arbeitszeit von 4 h. Aus der mittleren Jahresabflußmenge, die naturgemäß möglichst restlos verarbeitet werden soll, ergibt sich dann eine sekundliche Abflußmenge von rd. 117 m³ und daraus bei einem mittleren Gefälle von rd. 42 m eine Leistung von 40 000 kW bzw. eine jährliche Arbeitsmenge von 40 Mill kWh.

Das Reichsverkehrsministerium stellte für seine Beteiligung am Ausbau der Saaletalsperre die Bedingung, über den Wasserschatz verfügen zu können, um ihn nach den jeweiligen Verhältnissen der Elbe zur Anreicherung benutzen zu können. Da nach den folgenden Erläuterungen über die Wasserwirtschaft die Wassermengen über bestimmte Zeiträume unter Umständen unregelmäßig sowohl nach Menge als auch nach Zeit abgelassen werden müssen, um auf diese Weise zugleich auch sparsamste Wasserwirtschaft treiben zu können, ferner die Speicherzeit berücksichtigt werden mußte, die Spitzenstromerzeugung aber nur dann mit 40 000 kW gewährleistet werden konnte, wenn sie unabhängig von der Wasserwirtschaft blieb, konnte diesen sich widersprechenden Forderungen nur dergestalt entsprochen werden, daß eine Rückpumpenanlage angegliedert wurde. Diese besteht aus einem entsprechend bemessenen Ausgleichbecken und den erforderlichen Pumpen. Das Ausgleichbecken hat gleichzeitig die Aufgabe, die aus der Hauptsperre abgegebene bzw. verarbeitete und in Burgkhammer der Saale zuzuführende Wassermenge über bestimmte Zeitabschnitte zu vergleichmäßigen.

Dem Turbinen- und Pumpenkonstrukteur wurde durch die Betriebsverhältnisse der Sperre eine schwere Aufgabe gestellt, die kurz umrissen verlangte, Maschinen zu schaffen, die bei einer Fallhöhenschwankung von 58 ··· 27 m für die Turbinen unter der Bedingung gleicher Drehzahl und gleicher von den Generatoren erzeugter Leistung besten Wirkungsgrad bei geringster Baulänge und geringstem Preis aufwiesen. Die Pumpen mußten diese Druckhöhenschwankungen ebenfalls auf die wirtschaftlich beste Art überwinden können, wobei die Pumpenleistung entsprechend der längeren Pumpzeit gegenüber der Turbinenarbeitszeit geringer bemessen werden konnte.

Auszugehen war bei der Turbinenkonstruktion von einer Fallhöhe von 27 m und einer zu verarbeitenden Wassermenge von rd. 200 m³/s. Bei der größten Fallhöhe von 58 m, also dem doppelten Wert, sind rd. 92 m³/s zu verarbeiten, um 40 000 kW an den Generatorenklemmen zu erzeugen. Nach Voruntersuchungen wurde zunächst die Gesamtleistung auf 2 Maschinensätze unterteilt, die in allen Teilen vollkommen gleich durchgebildet sein sollten. Unter Berücksichtigung der Verluste wurde die Einzelleistung jeder Maschinengruppe auf 21 700 kW = 29 500 PS festgesetzt. Bei Verwendung nur eines Laufrades für diese Leistung ergab sich eine höchste Drehzahl von $n = 125$ U/min. Dieses Laufrad würde beim Höchstgefälle von 58 m das 3,16fache der geforderten Leistung, also 93 000 PS abzugeben vermögen. Da aber die Leistung bei allen Fallhöhen nur 29 500 PS betragen sollte, wäre ein einziges Laufrad nur mit 31,6 % seiner Leistung ausgenutzt. Der Wirkungsgradabfall wäre also außerordentlich groß gewesen. Es schied daher diese Lösung aus.

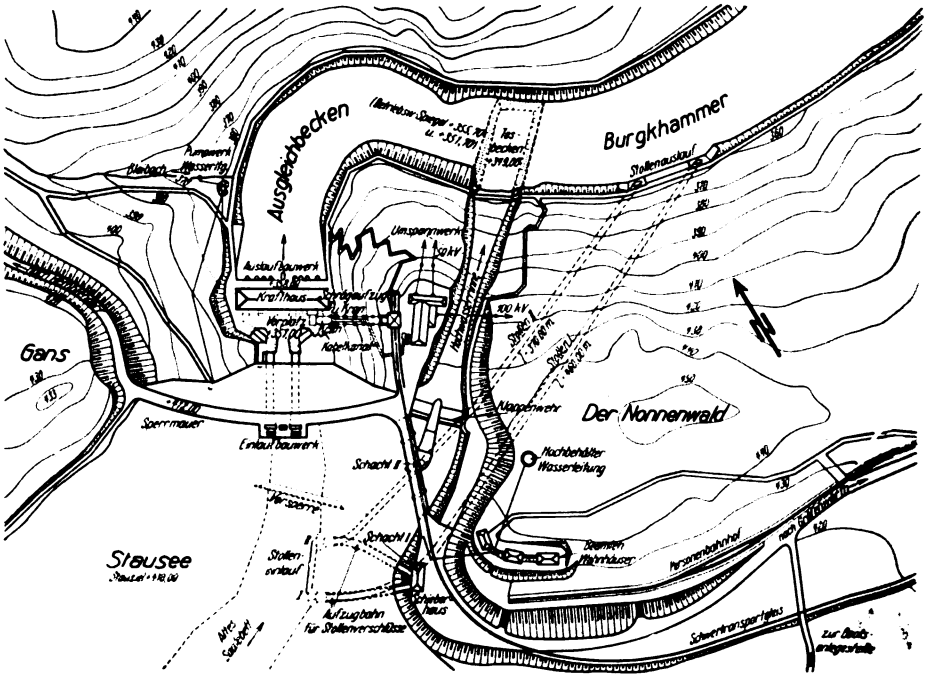


Abb. 2. Lageplan der Hauptsperre mit Kraftwerk, Umspannwerk und Ausgleichbecken sowie Straße und Bahnanschluß.

Die weiteren Untersuchungen, abgesehen von liegender oder stehender Maschinenbauart, erstreckten sich nun für den Maschinensatz auf die Wahl von:

zwei gleichen Turbinen,
zwei ungleichen Turbinen,
zwei gleichen Turbinen mit auswechselbaren Laufrädern

und für die Pumpen:

ebenfalls auf zwei Pumpen
oder auf die Drehzahlregelung.

[3] R. Sommer, Die Saaletalsperre am kleinen Bleiloch, Dtsch. Bauwes. 1928, H. 9; Köhler, Die Bleilochtalsperre bei Saalburg in Thüringen, Dtsch. Wasserwirtsch. 1932, H. 1 ··· 3; Münster, Der Bau der Umleitungsanlage für die Saaletalsperre am kleinen Bleiloch, Dtsch. Wasserwirtsch. 1933, H. 1 u. 2.

Digitized by Google

Auch die Zusammenfassung von Turbine und Pumpe in einer Maschine wurde sehr eingehend geprüft, dann aber ausgeschieden.

In diese Untersuchungen wurden gleichzeitig die Generatoren- bzw. Motorendurchbildungen eingeschlossen. Abb. 4 zeigt den Wirkungsgradverlauf der untersuchten Turbinendurchbildungen. Das Ergebnis war die Wahl von zwei gleichen Turbinen bei einer Drehzahl von $n = 176{,}5$. Abb. 5 zeigt die Kennlinien dieser Turbinen, und zwar den Verlauf von Wirkungsgrad, Schluckfähigkeit und Leistung bei voll geöffneter Turbine, ferner die Wirkungsgrade und die Wassermengen bei der Begrenzung der Leistungsfähigkeit auf 29 500 PS. Schon bei einem Gefälle von 42 m kann mit einem Laufrad — also mit einer Turbine — die geforderte Volleistung erzeugt werden. Es wird bei dieser Fallhöhe eine der beiden Turbinen abgeschaltet. Konstruktiv ist noch besonders zu erwähnen, daß beide Turbinenlaufräder fliegend auf die beiden Wellenenden gesetzt worden sind, um die Wellen nicht durch die Krümmer führen und das aus den Laufrädern austretende Wasser hindern zu müssen.

2 Pumpen zu verwenden verboten Baulänge und Preis. So konnte nur die Drehzahländerung ein günstiges Ergebnis liefern.

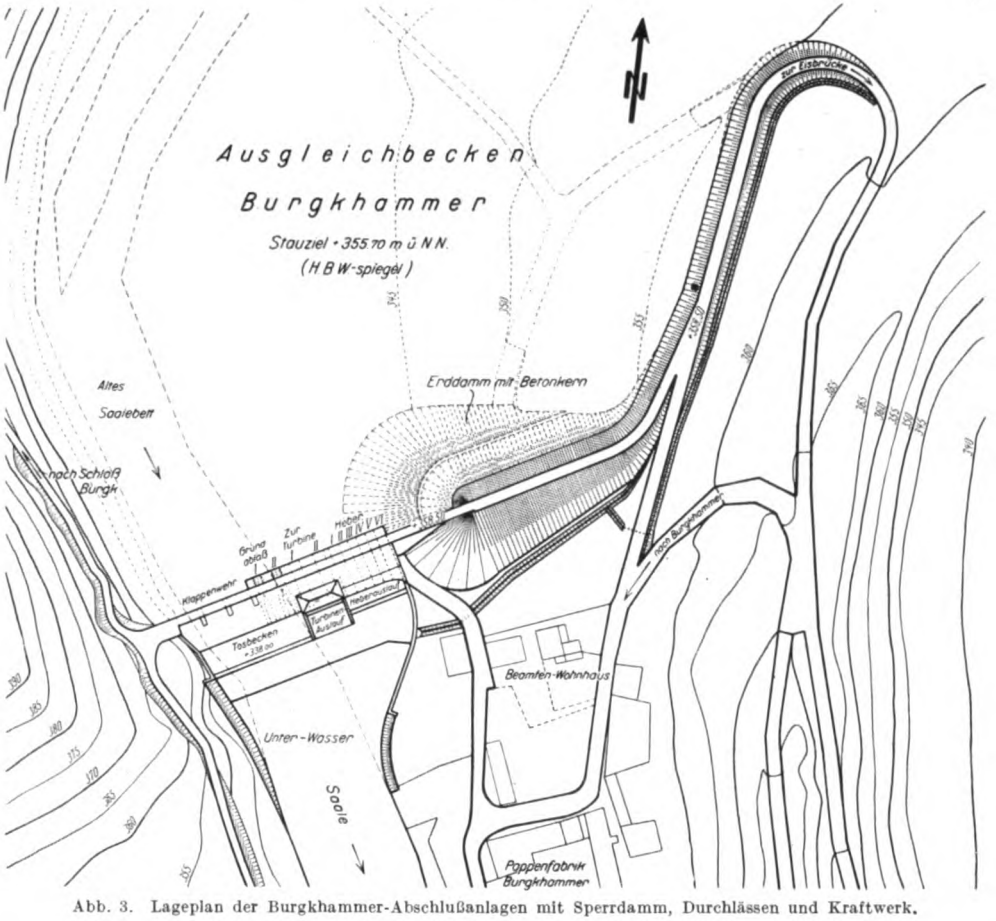


Abb. 3. Lageplan der Burgkhammer-Abschlußanlagen mit Sperrdamm, Durchlässen und Kraftwerk.

Die Turbinendaten eines Maschinensatzes zeigen folgende Werte:

	beim Betrieb von 2 Turbinen		1 Turbine		
Fallhöhe	26,7	40,9	40,9	58	m
Wassermenge . .	101,7	67,2	62,9	45,7	m³/s
Drehzahl	176,5		176,5		U/min
Leistung	29 500[1]	29 500[2]	29 500[1]	29 500[2]	PS
Wirkungsgrad ,	81,5	80,5	86,0	83,5	%

[1] bei voller [2] bei teilweiser Beaufschlagung

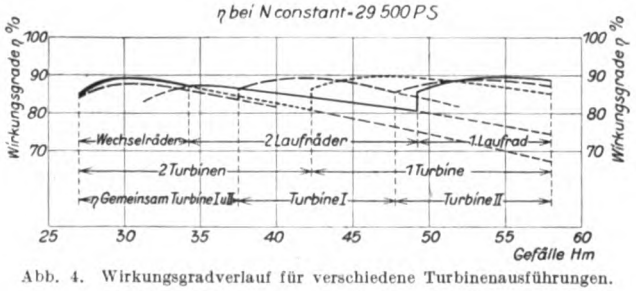


Abb. 4. Wirkungsgradverlauf für verschiedene Turbinenausführungen.

Das bei den Turbinen über die Verwendung eines Laufrades Gesagte galt sinngemäß auch für die Pumpen. Die Pumpenleistung wurde mit Rücksicht auf die Größe des Ausgleichbeckens und die tägliche Pumpzeit an sich kleiner, u. zw. bei kleinster Druckhöhe mit 30 m³/s bei $H = 28$ festgesetzt. Ein Pumpen bei gefüllter Sperre wird nur selten eintreten.

Ein befriedigender Betrieb mit nur einem Laufrad war auch hier nicht zu erwarten. Es galt daher nur, entweder die Förderhöhe zu unterteilen oder die Pumpe mit verschiedenen Drehzahlen laufen zu lassen. Abb. 6 zeigt auch für diese Untersuchungen die Wirkungsgrade.

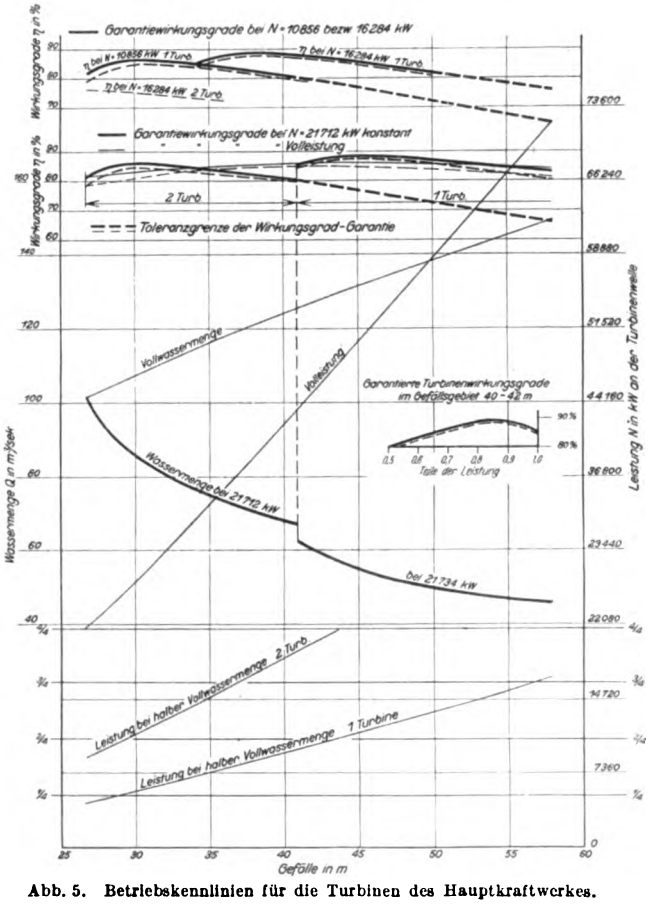


Abb. 5. Betriebskennlinien für die Turbinen des Hauptkraftwerkes.

Digitized by Google

Die Erfüllung der Drehzahlregelung war besonders schwierig. Die Vorschläge hierzu gingen hinsichtlich der

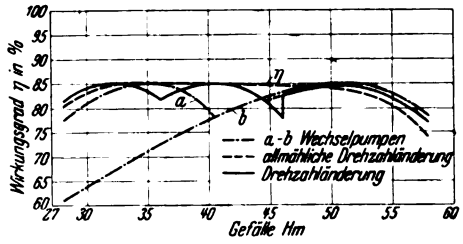


Abb. 6. Wirkungsgradverlauf für verschiedene Pumpenausführungen.

Antriebsmaschinen über Asynchronmaschinen, besondere Regelsätze, Polumschaltung und ähnliche Ausführungsmöglichkeiten zu der schließlich von Brown, Boveri angeregten Form, zwei Synchronmaschinen für 2 verschiedene Drehzahlen 176,5 und 150 U/min zu benutzen.

Die Konstruktionsdaten für eine Speicherpumpe sind folgende:

Man. Förderhöhe	28	41	41	58 m
Fördermenge . .	30,5	19	35	20,5 m³/s
Drehzahl	150		176,5	U/min
Kraftbedarf . .	14 750	13 150	24 200	21 000 PS
Wirkungsgrad .	77,5	79,0	79,0	75,5

Eine weitere Schwierigkeit lag in den Gelände- und Raumverhältnissen für die Lage und die Abmessungen des Kraftwerkes und dadurch für die Maschinenabmessungen und die Maschinenaufstellung in bezug auf einfachste Rohrführung, Bedienung und Betriebsübersicht. Es ergab sich schließlich als vorteilhafteste Lösung die Aufstellung der beiden Maschinengruppen mit waagerechter Wellenlage, senkrecht zur Flußachse und in der Fließrichtung nebeneinander. *(Schluß folgt.)*

Blindstromkompensierung in Leitungsnetzen.

Von Dr.-Ing. **Eduard Unger**, Nürnberg.

Übersicht. In den letzten Jahren führen sich die Netzkondensatoren immer mehr ein. Infolge der bei den meisten Werken üblichen Tarife führt die Anwendung von Kondensatoren fast immer zu einer Einsparung im Stromeinkauf. Eine nicht unbedeutende Einsparung tritt ferner durch die Verminderung der Wirkverluste im Leitungsnetz ein. Die Berechnung dieser Einsparungen soll im nachstehenden behandelt werden.

Für die Blindstromkompensierung auf der Abnehmerseite kommen heute auf Grund wirtschaftlicher Erwägungen fast ausschließlich Kondensatoren in Frage, wenn nicht betriebstechnische Gesichtspunkte, z. B. die Spannungsregelung, andere Lösungen bedingen. Vom Standpunkt der Spannungsregelung aus muß beachtet werden, daß die rotierenden Phasenschieber, sei es Synchronmaschine oder fremderregte Asynchronmaschine, die Eigenschaft haben, bei zu hoher Netzspannung dieselbe zu senken und umgekehrt, da bei steigender Netzspannung ihre Kompensationswirkung auf das Netz abnimmt. Anders beim Kondensator. Er besitzt diesen Vorteil der Maschine nicht. Bei steigender Spannung nimmt seine Blindstromaufnahme zu, er versucht die Spannung in die Höhe zu treiben. Der Hauptvorteil des Kondensators ist der, daß er eine wesentlich geringere Verlustleistung (Wirkleistung) aufnimmt als die Maschine, und daß er keine Wartung benötigt. Der Anschaffungspreis liegt beim Kondensator für größere Leistungen je kVA höher als bei der Maschine, doch wird dieser Nachteil durch die kleinen Verluste mehr als aufgewogen. Der Kondensator kann in kleinen Einheiten verteilt aufgestellt werden, wobei sein Anschaffungspreis je kVA, abgesehen von dem geringen Zubehör, fast der gleiche bleibt. Bei Maschinen ist dagegen eine Unterteilung in kleinere Einheiten, abgesehen von den höheren Anschaffungskosten je kVA bei kleinen Maschinen, schon wegen der höheren Bedienungskosten meist unwirtschaftlich. Bevor man sich auf eine bestimmte Kondensatorgröße festlegt und für einen bestimmten Aufstellungsort entscheidet, muß die Frage untersucht werden, ob für den Netzteil keine Resonanzgefahr entsteht[1]. Da aus wirtschaftlichen Gründen heute fast nur noch Kondensatoren in Frage kommen, sollen auch nur diese den nachstehenden Ausführungen zugrunde gelegt werden. Es soll gezeigt werden, wie sich die wirtschaftlichste Größe des Kondensators bzw. die größtmögliche Einsparung an Bezugskosten und Leitungsverlusten ermitteln läßt.

Ferner soll die Frage erörtert werden, ob es für das stromliefernde Werk immer erwünscht ist, daß der Abnehmer keinen Blindstrom bezieht.

I. Ersparnisse an Bezugskosten.

Die Blindstromkosten, die der Abnehmer an das stromliefernde Werk zu bezahlen hat, sind durch den Bezugstarif festgelegt. Den Preis der Blind-Kilowattstunde wollen wir mit $\alpha\, z_w$ bezeichnen, wobei z_w den Wirkarbeitspreis in RM/kWh bedeutet. Will ein blindstromerzeugendes Werk selbst einen Netzkondensator aufstellen, dann sind unter $\alpha\, z_w$ eben die Blindstrom-Erzeugungskosten zu verstehen. Diese sind natürlich ganz verschieden, je nachdem die Zentrale belastet ist. Ist sie schwach belastet, dann kommen nur die Mehrverluste in der Zentrale in Frage, die durch die Erhöhung des Stromes durch dessen Blindkomponente hervorgerufen werden, also hauptsächlich die Verlustmehrung im Generator und den Transformatoren. In diesem Falle ist es den Lieferwerken nicht immer erwünscht, wenn die Abnehmer Kondensatoren aufstellen, da das $\alpha\, z_w$ des Verkauftarifes meist höher liegt als den Selbstkosten für diesen Fall entspricht. Ist die Zentrale dagegen an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angekommen, dann muß $\alpha\, z_w$ wesentlich höher eingesetzt werden, weil jedes Blind-kW, das neu hinzukommt, eine Erweiterung des ganzen elektrischen Teiles der Zentrale notwendig machen kann.

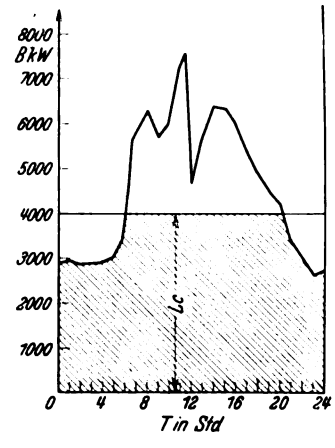


Abb. 1. Die Ausnutzung des Kondensators während der verschiedenen Tageszeiten.

Wird in der Zentrale oder an der Bezugstelle ein Kondensator mit der Leistung L_c und dem Eigenverlust 0,01 L_c aufgestellt (die herstellenden Firmen geben 0,5 ··· 0,8 % der Blindleistung an), dann ergeben sich folgende Ersparnisse:

$$\varepsilon = L_c\, T \varkappa\, \alpha\, z_w - 0{,}01\, L_c\, T\, z_w - 0{,}20\,30\, L_c\,, \qquad (1)$$

wobei T die Betriebszeit des Kondensators innerhalb eines Jahres, z_w den Bezugs- bzw. Erzeugerpreis der Wirk-Kilowattstunde, $\alpha\, z_w$ den der Blind-Kilowattstunde und $\varkappa$ (Ausnutzungsfaktor) einen Faktor darstellt, der aus dem Belastungsdiagramm der Blindleistung bestimmt werden muß (siehe Abb. 1). $\varkappa$ bedeutet das Verhältnis des schraffierten Teiles der Rechtecksfläche $L_c\, T$ zum Rechteck selbst. Das letzte Glied der Gl. (1) stellt den Finanzdienst für den Kondensator dar, wobei wir den Preis des BkW für die hier in Rede stehende Spannung von rd. 6000 V mit 30 RM und den Satz für Verzinsung, Unterhaltung und Abschreibung mit 20 % angenommen haben.

Der Abnehmer stellt keinen Kondensator auf, wenn er dadurch keine Einsparung erzielt, also wenn in Gl. (1) ε gleich 0 wird. Für den Stromlieferanten bedeutet dies, daß er das Verhältnis α zu

$$\alpha = \frac{1}{\varkappa}\left(0{,}01 + \frac{6{,}0}{8760}\cdot\frac{1}{z_w}\right) \qquad (2)$$

wählen muß, wenn er erreichen will, daß ε gleich 0 wird.

[1] Spannungsresonanz tritt ein, wenn bei Reihenschaltung von Induktivität und Kapazität ωL gleich $1/\omega C$ wird, denn dann geht die Impedanz des Wechselstromkreises $\varrho = \sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}$ über in $\varrho = R$, was zu erheblichen Strom- und Spannungserhöhungen führen kann. In der Praxis werden letztere jedoch meist durch die parallel zum Kondensator liegende Belastung gedämpft.

Digitized by Google

Wie schon oben erwähnt, müssen für die Wahl der Größe α die Selbstkosten des Lieferers berücksichtigt werden. Diese bestimmen die untere Grenze der Größe von α, die obere Grenze gibt Gl. (2) an. Liegt dieser Wert unter den Selbstkosten des Lieferers, dann bedeutet die Aufstellung eines Kondensators durch den Abnehmer keine Gewinnverminderung für den Lieferer.

Liegt der aus Gl. (2) errechnete Wert von α über den Selbstkosten des Lieferwerkes, so ist es in der Lage, den von ihm verlangten Blindstrompreis $\alpha\, z_w$ zu senken, möglicherweise so weit, daß ein Anreiz für die Aufstellung eines Kondensators für den Abnehmer nicht mehr besteht. Manche Werke sehen überhaupt davon ab, für gelieferte Blindarbeit während der Nacht- und belastungsarmen Zeit etwas zu berechnen. Auch für diesen Fall gilt Gl. (1), jedoch ist zu beachten, daß die Betriebszeit bzw. Einschaltdauer nun viel kleiner ist. Die für diesen Fall errechneten Werte von α sind in Abb. 2 als gestrichelte Kurve eingetragen. $\varkappa'$ gilt dann natürlich für die Einschaltdauer des Kondensators.

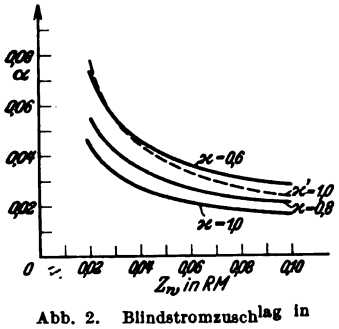
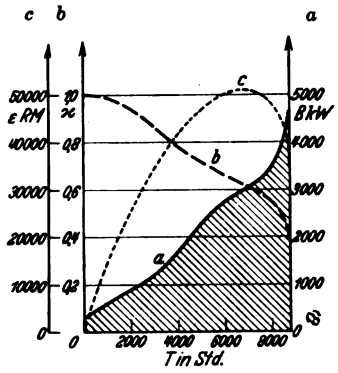


Abb. 2. Blindstromzuschlag in Abhängigkeit vom Wirkarbeitspreis für verschiedene Kondensatorgrößen.



a geordnete Jahres-Blindcharakteristik
b Ausnutzungsfaktor für verschiedene Kondensatorgrößen
c Bezugskostenersparnis bei verschiedenen Kondensatorgrößen

Abb. 3.

Hinsichtlich der Gestehungskosten der Blindarbeit verweise ich auf die Arbeit von Dr.-Ing. Nissel in der ETZ 1928, S. 1678, jedoch ist zu erwähnen, daß in Zeiten schlechter Netzbelastung, wie sie die augenblickliche Krisenzeit darstellt, die Gestehungskosten niedriger einkalkuliert werden müßten, schon deshalb, weil die Mehrverluste, die durch den Blindstrom hervorgerufen werden, bei niedriger Belastung viel geringer sind. Für die Lieferwerke ergibt sich also die Frage: Soll α nun vorübergehend gesenkt und dadurch das Aufstellen von Kondensatoren vorläufig hintangehalten werden, oder soll der seinerzeit festgesetzte Blindstrompreis beibehalten werden? Diese Frage ist von Fall zu Fall zu entscheiden. Meistens wird eine vorübergehende Senkung schon mit Rücksicht auf die später wieder notwendig werdende Erhöhung und die damit verbundene Verärgerung der Abnehmer nicht zu empfehlen sein.

In Abb. 2 sind als ausgezogene Kurven die Größen α in Abhängigkeit von z_w für verschiedene Werte von $\varkappa$ graphisch aufgetragen. Man ersieht aus der Kurve für $\varkappa = 1{,}0$, daß z. B. bei Lieferpreisen von 3 ··· 6 Pf je Wirk-Kilowattstunde höchstens ein Zuschlag für Blindstrom von 2,1 ··· 3,3 % gefordert werden dürfte. $\varkappa = 1$ bedeutet, daß die Leistung des Kondensators gleich oder kleiner ist als das Minimum des Blindstrombedarfs des Abnehmers. Bleibt der Lieferer mit seinem Blinstromzuschlag unter den genannten Sätzen von 2,1 ··· 3,3 %, dann ist für den Abnehmer die Aufstellung eines Kondensators jeglicher Größe unwirtschaftlich.

Fordert der Lieferer einen Blindstromzuschlag, der über den angegebenen Sätzen liegt, dann ist für den Abnehmer die Aufstellung eines Kondensators wirtschaftlich, dessen Größe über dem Minimum seines Blindstrombedarfes ($\varkappa < 1{,}0$) liegt. Für eine gegebene Blindbelastungskurve gibt es dann für jeden Blindstromzuschlag α eine bestimmte Kondensatorenleistung L_c, die für den Abnehmer ein Maximum an Bezugskostenersparnis bringt. Diese wird auf folgende Weise bestimmt:

Aus den Tages-Blindbelastungskurven bildet man eine geordnete Jahresbelastungs-Charakteristik (Abb. 3, Kurve *a*), dann wählt man der Reihe nach verschiedene Kondensatorengrößen L_c und trägt sie in die gleiche Abbildung als Parallele zur Abszissenachse ein. Die so gewonnenen Rechtecksflächen überdecken mehr oder weniger die Belastungsfläche. Wir bestimmen nun das zu jeder dieser Rechtecksflächen gehörige $\varkappa$, indem wir das von der Rechtecksfläche überdeckte Flächenstück der Belastungsfläche durch die gesamte Rechtecksfläche dividieren. Auf diese Weise erhalten wir die den einzelnen Kondensatorengrößen zugeordneten Konstanten $\varkappa$ und tragen sie über dem Schnittpunkt der Kondensatorengeraden mit der Belastungs-Charakteristik auf (s. Abb. 3, Kurve *b*). Nun sind wir in der Lage, an Hand der Gl. (1) die Bezugskostenersparnis für verschiedene Kondensatorengrößen zu berechnen. Dabei ergibt sich, daß die Bezugskostenersparnis ε für eine bestimmte Kondensatorengröße einen Maximalwert erreicht. Die Ersparnisse in Reichsmark sind ebenfalls in Abb. 3 eingetragen (Kurve *c*).

Würde man die geordnete Jahresbelastungs-Charakteristik durch eine Gerade ersetzen, dann ließe sich die wirtschaftlichste Kondensatorengröße leicht rechnerisch ermitteln, doch soll darauf hier nicht näher eingegangen werden.

II. Ersparnisse an Leitungsverlusten.

Wird der Kondensator nicht in der Zentrale, sondern im Netz aufgestellt, so treten zu den Ersparnissen an Bezugs- bzw. Erzeugungskosten noch Ersparnisse an Leitungs- und Transformatorenverlusten. Eine besondere Bedeutung erhalten letztere, wenn es sich um stark belastete Anlagen handelt. Bevor bei solchen Anlagen zu umfangreichen Verstärkungen oder gar zum Neubau von Anlagen geschritten wird, sollte immer erst die Möglichkeit der Entlastung des Netzes durch Aufstellung von Kondensatoren untersucht werden.

Das stromerzeugende Werk wird die Aufstellung eines Kondensators durch die richtige Wahl des Blindstromzuschlages α nur dann verhindern können, wenn es sich um Abnehmer handelt, die über kein größeres Verteilungsnetz verfügen, d. h. wenn der erzeugte Strom in der Nähe der Übergabestelle verbraucht wird. Muß jedoch die elektrische Energie erst über eine längere Leitung, die dem Verbraucher gehört, übertragen werden, so ist es für diesen oft schon allein aus Gründen der Verlusteinsparung zweckmäßig, einen Kondensator aufzustellen. Aus dem gleichen Grunde spielt die Frage der Verlusteinsparung für die Verteilerwerke eine große Rolle. Handelt es sich um Verteilerwerke, die von einer Zentrale einkaufen und über ein Verteilungsnetz an Abnehmer weiter verkaufen, u. zw. nach einem Tarif, der ebenfalls einen Blindstromzuschlag — wir wollen ihn mit α′ bezeichnen — enthält, so wird α′ mehr oder weniger von α, dem Blindstromzuschlag des Lieferwerkes abweichen. Da z'_w (Wirkarbeits-Verkaufspreis des Verteilerwerkes) immer größer ist als z_w (Wirkarbeits-Einkaufspreis des Verteilerwerkes), so müßte α′ nach Abb. 2 in Prozenten kleiner sein als α. Es zeigt sich jedoch, daß α′, wenn man bei stark belasteten Leitungen den Anteil der Blindarbeit an den Leitungsverlusten in Betracht zieht, meistens weit größer gewählt werden muß als α. Wie groß dieses α′ tatsächlich im Einzelfalle sein muß, hängt natürlich von der Ausdehnung, von der Belastung des Verteilernetzes und den jeweiligen Tarifverhältnissen des Verteilerwerkes ab.

Der Wirkverlust in Kilowatt auf einer Drehstromleitung mit der verketteten Spannung U, an deren Ende die Wirkleistung N_w [kW] und die Blindleistung N_b [BkW] abgenommen wird, und die je Phase den Wirkwiderstand w besitzt, beträgt:

$$N_{v_1} = \frac{w}{1000\, U^2}\,(N_w^2 + N_b^2).$$

Setzt man in dieser Gleichung an Stelle von w den Blindwiderstand k, so erhält man den Blindverlust.

Vergrößern wir nun durch Anschalten einer Zusatzlast am Ende der Leitung die beiden Komponenten der Leistung um den Betrag N'_w bzw. N'_b, dann ergibt sich folgender Wirkverlust:

$$N_{v_2} = \frac{w}{1000\, U^2}\left[(N_w + N'_w)^2 + (N_b + N'_b)^2\right].$$

Somit hat sich der Verlust geändert um den Betrag:

$$N_d = N_{v_1} - N_{v_2} =$$

$$-\frac{w}{1000\, U^2}\left[2\,(N_b N'_b + N_w N'_w) + N'^2_b + N'^2_w\right].$$

Wenn wir annehmen, daß beide Komponenten N'_w und N'_b der Zusatzlast zeitlich konstant sind, dann stellt diese Gleichung eine lineare Beziehung zwischen der Differenz der Verluste N_d und den zeitlich veränderlichen Größen N_w und N_b dar. Sie gilt also auch für die Mittelwerte von N_w

Digitized by Google

und N_b über beliebige Zeiten. Diese Mittelwerte erhalten wir aus den Zählerangaben. Denn es ist

$$N_{w\,\text{mittel}} = \frac{A_w}{T} \quad \text{und} \quad N_{b\,\text{mittel}} = \frac{A_b}{T},$$

wobei A_w den durch den Zähler während der Zeit T gemessenen Wirkverbrauch und A_b den entsprechenden Blindverbrauch vor Anbringung der Zusatzlast darstellt. Berücksichtigt man dies, dann erhält man als Differenz der Wirkverluste in kWh für die Zeit T:

$$V_d = -\frac{w\,T}{1000\,U^2}\left[2\left(\frac{A_b}{T}\,N_b' + \frac{A_w}{T}\,N_w'\right) + N_b'^2 + N_w'^2\right].$$

Wenn wir als Zusatzlast am Ende der Leitung nun einen Kondensator anbringen von der Größe L_c [BkW] und dessen Eigenverlust zu 0,01 L_c [kW] annehmen, so müssen wir in obiger Gleichung für $N_w' = 0{,}01\,L_c$ und für $N_b' = -L_c$ einsetzen und erhalten dann die Verlusteinsparung in kWh zu

$$V_e = \frac{w\,L_c}{1000\,U^2}\,[2\,(A_b - 0{,}01\,A_w) - L_c\,T], \qquad (3)$$

wobei wir die kleine Größe $\frac{0{,}01^2\,L_c^2\,T\,w}{1000\,U^2}$ vernachlässigt haben.

Dieselbe Gleichung — ohne Berücksichtigung der Kondensatorenverluste — hat Jakobsen gefunden[2].

Gl. (3) gilt auch für die Berechnung der Einsparung an Blindarbeitsverlusten, wenn man an Stelle von w den Blindwiderstand der Leitung k setzt.

Dem Aufsteller des Kondensators erwächst natürlich wieder ein Finanzdienst von $0{,}20 \cdot 30\,L_c$, so daß seine Ersparnis in RM beträgt

$$E = \frac{(w + \alpha\,k)\,L_c}{1000\,U^2}\,[2\,(A_b - 0{,}01\,A_w) - L_c\,T]\,z_w - 6\,L_c \qquad (4)$$

Diejenige Kondensatorgröße, die eine maximale Einsparung in RM bringt, ergibt sich zu

$$L_c = \frac{A_b - 0{,}01\,A_w}{T} - \frac{3000\,U^2}{(w + \alpha\,k)\,T\,z_w} \text{ in BKW}^{*3} \qquad (5)$$

Handelt es sich in erster Linie darum, eine Leitung zu entlasten, dann ist der Finanzdienst wegzulassen. Diejenige Kondensatorgröße, die eine maximale Einsparung an Leitungsverlusten bzw. die höchstmögliche Entlastung der Leitung von Blindstrom bringt — immer unter der Voraussetzung, daß die gesamte Kondensatorleistung dauernd eingeschaltet bleibt — beträgt dann*3:

$$L_c = \frac{A_b - 0{,}01\,A_w}{T}. \qquad (5a)$$

Setzen wir diesen Wert in Gl. (3) ein, dann finden wir die größtmögliche Verlusteinsparung auf der Leitung zu

$$V_{e\,\max} = \frac{w\,(A_b - 0{,}01\,A_w)^2}{1000\,T\,U^2}.$$

Kondensatoren werden mit den verschiedensten Spannungen, jedoch nur bis zu einer bestimmten Höchstspannung hergestellt. Ist die Spannung im Leitungsnetz höher als letztere, dann muß vor den Kondensator ein Transformator geschaltet werden, was einen Zuwachs an Verlusten bedeutet, wenn dieser Transformator ausschließlich zur Speisung des Kondensators dient. Meistens können jedoch im Netz vorhandene Transformatoren verwendet werden. Es gilt dann für den Transformator ebenfalls die Gl. (3), wobei anstatt w der resultierende Widerstand w' des Transformators, bezogen auf die Spannung U, einzusetzen ist.

Wird als Aufstellungsort des Kondensators eine Verteilungstation im Netz gewählt, so wird normalerweise eine Lieferung von Kapazitivstrom ins Oberspannungsnetz über den Transformator in Frage kommen. Dieser kann dadurch verschieden belastet werden. Deckt der Transformator vor Aufstellung des Kondensators einen Verbrauch von A_w' Wirk-kWh und von A_b' Blind-kWh, so tritt nach Anschaltung des Kondensators an den Transformator eine maximale Verlusteinsparung in letzterem dann ein, wenn $L_c \approx -\frac{A_b'}{T}$ gewählt wird. Bei $T\,L_c > 2\,A_b'$ tritt eine Verlustmehrung im Transformator auf.

Wollen wir die Verlusteinsparung von Leitung und Transformator $(V_e + V_e')$ wissen, so erhalten wir diese, wenn wir Gl. (3) sowohl für die Leitung als auch für den Transformator anschreiben und die Summe bilden. Um jedoch diejenige Kondensatorgröße bestimmen zu können, für die die Einsparung auf der Leitung und im Transformator zusammengenommen ein Maximum ergibt, müssen wir beide Gleichungen zusammenfassen. Wir tun dies in der Weise, daß wir die Größen w', A_w' und A_b', die für den Transformator gelten, in Beziehung setzen zu den Größen w, A_w und A_b der Leitung, indem wir setzen $w' = \varepsilon\,w$ $A_w' = \delta\,A_w$ und $A_b' = \beta\,A_b$.

Die Ersparnis in RM auf der Leitung und im Transformator erhalten wir bei Vernachlässigung der Einsparungen aus den Blindverlusten zu

$$z_w\,(V_e + V_e') = \frac{w\,L_c\,z_w}{1000\,U^2}\,\{2\,[A_b\,(1 + \varepsilon\beta) - 0{,}01\,A_w\,(1 + \varepsilon\delta)] - L_c\,T\,(1 + \varepsilon)\} \qquad (6)$$

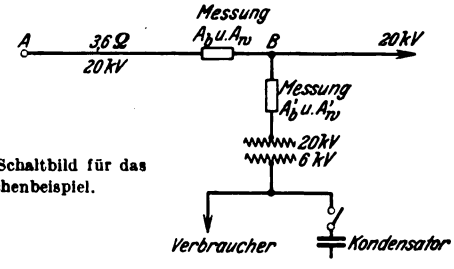


Abb. 4. Schaltbild für das Rechenbeispiel.

In den abgeleiteten Gleichungen sind die durch Messung bekannten Größen einzusetzen, wie sie vor Aufstellung des Kondensators gelten. Die Spannung U ist vor und nach der Aufstellung verschieden. Außerdem schwankt sie mit der Tagesbelastung. Ist der Kondensator nur aus wirtschaftlichen Gründen zur Aufstellung gelangt, so wird man im praktischen Betriebe die Spannung am Aufstellungsort des Kondensators nicht wesentlich ändern dürfen. Es ist also notwendig, mit der Spannung in der Zentrale herunterzugehen. Man begeht also keinen großen Fehler, wenn man in den obigen Gleichungen für U bzw. U^2 die vor Aufstellung des Kondensators ermittelte mittlere Spannung einsetzt.

Gl. (3) zeigt, welche Rolle die gegebene Betriebsspannung für die Einsparung an Wirkverlusten spielt. Eine stark belastete Leitung, die bei der Spannung U eine bestimmte Last zu übertragen vermag, wird bei der doppelten Spannung die vierfache Last übertragen können, gleichen Widerstand vorausgesetzt. Die Verlusteinsparung wird dann bei vierfacher Kondensatorgröße viermal so groß sein, was besagt, daß für beide Leitungen gleiche prozentuale Erfolge erzielt werden.

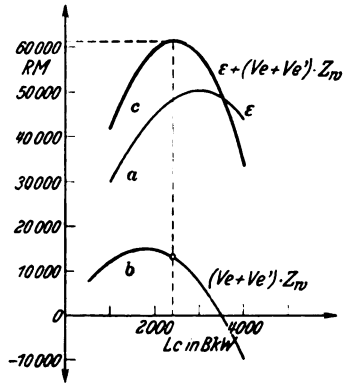


Abb. 5. Bestimmung der wirtschaftlichsten Kondensatorgröße.

In manchen Fällen wird es sich bei nur geringen Mehrkosten ermöglichen lassen, die Kondensatorleistung durch Ab- und Zuschalten von Elementen dem jeweiligen Blindleistungsbedarf anzupassen. In diesen Fällen ist die Einsparung an Leitungsverlusten natürlich noch größer, als sich aus unseren Gleichungen ergibt, doch soll hierauf hier nicht näher eingegangen werden.

Zum Schluß sei ein praktisches Beispiel durchgerechnet. In Abb. 4 sei A eine Zentrale, die über eine Hochspannungsleitung mit dem ohmschen Widerstand $w = 3{,}6\,\Omega$ je Phase nach dem Verteilungspunkt B des Werkes speist. Die Spannung in diesem Punkt betrage $U = 20$ kV. Ein Teil der elektrischen Arbeit wird über den Verteilungspunkt B auf der Oberspannungseite weitergeliefert, während ein anderer Teil über einen Transformator an dieser Stelle abgenommen wird. Die in B ankommende gesamte elektrische Arbeit im Jahr sei $A_w = 16$ Mill WkWh bzw. $A_b = 17$ Mill BkWh. Die über den Transformator abgenommene elektrische Arbeit betrage $A_b' = \beta\,A_b = 9$ Mill BkWh und $A_w' = \delta\,A_w = 10$ Mill WkWh und der Wirkwiderstand des Transformators $w' = \varepsilon\,w = 0{,}9\,\Omega$. Es ist also: $\varepsilon = 0{,}25$, $\beta = 0{,}53$, $\delta = 0{,}626$.

Würde man den Kondensator in der Zentrale A aufstellen wollen, so müßte dessen wirtschaftlichste Größe be-

[2] Vgl. ETZ 1931, S. 1517.

*3 Berücksichtigt man die Ladeleistung, dann wird L_c in den Gl. (5) und (5a) um den Wert der halben Ladeleistung kleiner.

Digitized by Google

stimmt werden, wie in Abb. 3 dargestellt und dort beschrieben ist. Hat die geordnete Jahresbelastungs-Charakteristik der Blindlast den Verlauf wie in Abb. 3 dargestellt, so berechnet sich die maximale Ersparnis an Bezugskosten zu $\varepsilon = 51\,000$ RM und die dazugehörige wirtschaftlichste Kondensatorengröße zu $L_c = 3000$ BkW. Der Ausnutzungsfaktor ergibt sich dabei zu $\varkappa = 0{,}623$.

In Abb. 5 ist die Ersparnis als Funktion der Kondensatorleistung nochmals aufgetragen (Kurve *a*).

Würde nun ein Kondensator im Verteilungspunkt *B*, u. zw. auf der Unterspannungseite des Transformators aufgestellt, dann kommen zu den Ersparnissen nach Kurve *a* noch die Ersparnisse nach Gl. (6) $(V_e + V'_e)\, z_w$. Diese sind ebenfalls in Abb. 5, u. zw. in Kurve *b* als Abhängige der Kondensatorgröße aufgetragen. Wie man sieht, nehmen auch die Ersparnisse aus den Kupferverlusten für eine bestimmte Kondensatorleistung einen Maximalwert an.

Will man auch die Einsparung an Blindverlusten berücksichtigen, dann braucht man in Gl. (6) nur w durch k und z_w durch $\alpha\, z_w$ zu ersetzen. Ist $w = k$ und $\alpha\, z_w = 0{,}1\, z_w$, was so ungefähr den normalen Verhältnissen entspricht, dann betragen die Ersparnisse aus Blindstrom 10 % von denen aus Wirkstrom. Eine annäherungsweise Berücksichtigung läßt sich also erreichen, wenn wir die Kurve *b* bzw. ihre Ordinaten um 10 % erhöhen würden, doch wollen wir hier davon absehen.

Um nun die wirtschaftlichste Kondensatorgröße bei Aufstellung des Kondensators im Verteilungspunkt *B* zu erhalten, müssen die Ordinaten der Kurven *a* und *b* addiert werden. Die so gewonnene Kurve *c* liefert als Maximum die gesuchte Kondensatorgröße. Sie beträgt 2400 BkW. Aus Kurve *b* ergibt sich die Verlusteinsparung auf der Leitung und im Transformator für diese Kondensatorengröße zu $(V_e + V'_e)\, z_w = 12\,500$ RM bzw. $(V_e + V'_e) = 250\,000$ kWh.

Elektrische Musikinstrumente, ihre Wirkungsweise und Aufgaben*.

Von W. Janovsky, Berlin.

I. Einleitung.

Der Zweck der vorliegenden Arbeit ist die Erläuterung der Wirkungsweise der elektrischen Musikinstrumente und darüber hinaus ihrer Aufgaben. Während aber in den bisherigen Veröffentlichungen[1] auf diesem Gebiet meist nur einzelne Instrumente beschrieben oder Auszüge aus der umfangreichen Patentliteratur gebracht wurden, soll im folgenden versucht werden, an Hand einer auf dem prinzipiellen Aufbau der elektrischen Musikinstrumente beruhenden Gliederung einen umfassenden Überblick zu geben. Dies ist möglich, da bei allen elektrischen Musikinstrumenten, allerdings in mehr oder weniger ausgeprägter Form, vier wesentliche Bestandteile immer wiederkehren:

1. die Schwingungserzeuger oder Generatoren,
2. zusätzliche Mittel zur Klangfärbung,
3. Mittel zur Bedienung der Instrumente und
4. Mittel zur Wiedergabe und Verstärkung der elektrischen Schwingungen.

Diese Bestandteile sollen im einzelnen besprochen werden.

II. Musikalische Töne und ihre Merkmale.

Zum Verständnis der Wirkungsweise der elektrischen Musikinstrumente ist die Kenntnis der Merkmale musikalischer Töne, die ja mit den Instrumenten erzeugt werden sollen, unerläßlich. Diese Merkmale sind die Lautstärke, die Tonhöhe und die Klangfarbe eines Tones.

Was wir dabei unter Lautstärke und Tonhöhe verstehen, ist genügend bekannt. Es bleibt nur zu erinnern, daß die Tonhöhe eines aus Grund- und Oberschwingungen zusammengesetzten Tones gleich der des Grundtones ist, auch wenn dieser von den Obertönen an Stärke übertroffen wird. Über das Wesen der Klangfarbe im weiteren Sinn haben uns dagegen über die Helmholtzschen[2] Arbeiten hinaus gerade die Untersuchungen der letzten Jahre weitgehend Aufschluß gebracht. Was wir heute unter der Klangfarbe im weiteren Sinn verstehen, kann am besten bei getrennter Betrachtung des stationären Zustandes und des An- und Abklingvorganges gezeigt werden. Bekanntlich entsteht ja ein Ton nicht sofort in seiner vollen Stärke, sondern schwillt erst mehr oder weniger langsam an und bricht auch nicht plötzlich ab, sondern klingt langsam aus. Dazwischen liegt der stationäre Zustand, der durch den periodischen Schwingungsverlauf gekennzeichnet ist, und somit durch Zerlegung in Grundton und harmonische Obertöne eindeutig beschrieben und mittels Klangspektren dargestellt werden kann.

Welche Faktoren sind nun für den Schwingungsverlauf während des stationären Zustandes maßgebend? Betrachten wir zu diesem Zweck z. B. ein Streichinstrument. Durch den Bogenstrich wird die Saite, die als Schwingungserzeuger dient, in ihrer Eigenfrequenz erregt. Die Fourieranalyse dieser Saitenschwingung ergebe nun ein Klangspektrum nach Abb. 1, d. h. neben dem Grundton sollen sämtliche harmonische Obertöne bis zum 5. auftreten, u. zw. soll ihre Stärke linear abnehmen. Nun werden aber die Saitenschwingungen nicht direkt, sondern erst über Steg- und Resonanzboden der Luft mitgeteilt. Durch die Resonanzeigenschaften von Steg und Resonanzboden werden also die in das Resonanzgebiet fallenden Obertöne verstärkt; in unserem Beispiel liegt die Eigenfrequenz bei 570 Hz, so daß je nachdem, ob der Grundton auf 100 Hz oder 150 Hz gespielt wird, der 5. oder 3. Oberton hervorgehoben wird, wie Abb. 1 zeigt. Nach Stumpf[3] wollen wir die Obertöne, die nicht durch Resonanz verstärkt werden und deren Ordnungszahl und relative Teiltonstärke daher von der Tonhöhe des Grundtons unabhängig[4] sind, als bewegliche Formanten bezeichnen, da sie sozusagen mit dem Grundton wandern. Die durch Resonanz hervorgehobenen Obertöne dagegen, die immer innerhalb eines bestimmten durch die Resonanzkurve gegebenen Frequenzgebietes liegen, sind die festen Formanten, die Resonanzgebiete die festen Formantbereiche. Nach Untersuchungen von Stumpf[3], Backhaus[5] und E. Meyer[6] sind die festen Formantbereiche vor allem für die Vokale der menschlichen Stimme und für die Musikinstrumente mit vokalähnlicher Klangfarbe wichtig. Hierher gehört z. B. das Fagott oder auch die Violine. Im allgemeinen tritt jedoch bei den Musikinstrumenten ihre Bedeutung gegenüber den beweglichen Formanten, die sich z. B. beim Kontrafagott bis zum 48., bei der Zugposaune bis zum 41. Teilton er-

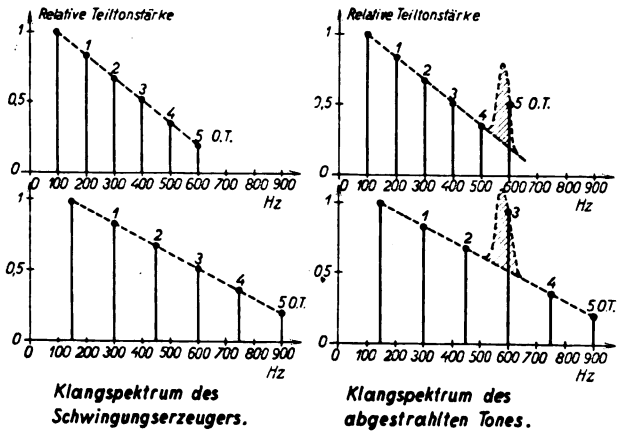


Abb. 1. Bewegliche und feste Formanten.

* Nach einem am 27. IX. 1932 im Elektrotechnischen Verein gehaltenen Vortrag. Eine Besprechung fand nicht statt.

[1] Vgl. z. B. ETZ 1932, S. 155.

[2] H. v. Helmholtz, Lehre von den Tonempfindungen. Braunschweig 1918.

[3] C. Stumpf, Die Sprachlaute. Berlin 1926.

[4] Die Unabhängigkeit der Ordnungszahl und relativen Teiltonstärke gilt exakt nur bei kleineren Änderungen der Tonhöhe des Grundtones. Bei größeren, z. B. über mehrere Oktaven, ändert sich meist die Schwingungsart des Schwingungserzeugers, u. zw. derart, daß mit zunehmender Tonhöhe eine mehr oder weniger rasche Abnahme der beweglichen Formanten an Zahl und Stärke verbunden ist.

[5] Backhaus, Z. techn. Physik Bd. 8, S. 509 (1927).

[6] E. Meyer u. G. Buchmann, Sonderausgabe aus den Sitzungsberichten der Preuß. Akademie d. Wissenschaften, Phys.-Math. Klasse, 1931, Nr. 32.

Digitized by Google

strecken, und vor allem gegenüber den Ausgleichvorgängen zurück.

Diese Ausgleichvorgänge kann man sich durch Überlagerung des stationären Schwingungsverlaufes mit freien abklingenden Schwingungen entstanden denken. Die freien Schwingungen des Schwingungserzeugers bedingen den vom Einschalten elektrischer Resonanzkreise her bekannten Amplitudenverlauf. Daneben treten noch die freien Schwingungen des Resonanzkörpers auf. Diese letzteren von der Eigenfrequenz des Resonanzkörpers können also auch unharmonisch zum Grundton liegen und sollen nach Trautwein[7] Hallformanten genannt werden. Sie sind im Moment des Ein- und Ausschaltens besonders bei einem Ton höherer Frequenz als der des Hallformanten gut hörbar. Nach Backhaus[8] erstrecken sich die Ausgleichvorgänge bei einer b-Trompete über etwa 7 Schwingungen des Grundtones, bei einem Saxophon über 15, bei einer Geige über 47 und bei einer Flöte endlich über etwa 200. Wie wichtig die Ausgleichvorgänge für die Klangfarbe eines Instrumentes sind, zeigte Stumpf durch seine Versuche, bei denen er unter Ausschaltung der Ausgleichvorgänge nur den stationären Schwingungsverlauf von Musikinstrumenten von musikalisch geschulten Personen beurteilen ließ. Dabei kamen nicht nur naheliegende, sondern auch recht krasse Verwechslungen vor, wie etwa Stimmgabel mit Trompete oder Violine mit Waldhorn u. ä. Ein anderer ebenfalls recht eindringlicher Versuch besteht darin, eine Grammophonplatte mit falscher Drehrichtung laufen zu lassen. Während am stationären Schwingungsverlauf nichts geändert wird, ist der Amplitudenverlauf umgekehrt. Der Klavierton z. B. hat im Moment des Anschlagens eine sehr große Amplitude, die rasch abklingt. Eine Klavierplatte gibt somit bei verkehrtem Lauf einen anschwellenden Ton, der dann plötzlich abbricht und hierdurch einen ziehharmonikaähnlichen Charakter bekommt. Bei einem Orgelton dagegen ist der An- und Abklingvorgang etwa gleich. Dementsprechend bleibt auch beim verkehrten Lauf die Klangfarbe erhalten. Wir sehen also, daß wir bei unseren elektrischen Musikinstrumenten neben der Erzeugung der beweglichen und festen Formanten besonders der Beeinflussung der Ausgleichvorgänge unser Augenmerk zuwenden müssen.

III. Der Schwingungserzeuger oder Generator.

Nach der Charakterisierung eines musikalischen Tones können wir uns nun, dem wichtigsten Bestandteil eines elektrischen Musikinstrumentes, dem Schwingungserzeuger oder Generator zuwenden. Die überaus zahlreichen Methoden der Schwingungserzeugung für elektrische Musikinstrumente können dabei am besten nach folgender Einteilung besprochen werden:

A. Mechanisch-elektrische Generatoren:
   1. rotierende,
   2. schwingende.

B. Rein elektrische Generatoren:
   1. mit Elektronenröhren,
   2. mit Gasentladungsröhren,
   3. mit Bogenlampen oder Funkenstrecken arbeitende[9].

A. Mechanisch-elektrische Generatoren.

Im Prinzip bestehen diese aus einem rotierenden oder schwingenden mechanischen System, dessen Bewegungen in elektrische Schwingungen umgeformt werden. Abb. 2 zeigt Beispiele für diese Umformung, d. h. für die Kopplung mit dem mechanischen System, in unserem Fall mit einer schwingenden Zunge Z, weiterhin für das Ein- und Ausschalten der Töne und endlich für die Lautstärkeregelung. Sie lassen sich in folgendes System eingliedern:

Kopplung 1 galvanisch, Beispiel 1 durch Unterbrecher U
„ 2 induktiv, „ 2 über Magnet M
„ 3 kapazitiv, „ 3 über Kondensator K
„ 4 lichtelektrisch, „ 4 über Photozelle F

Schalten der Töne:
1. durch Schalter im Wechselstromkreis, Beispiel 1, Schalter S;
2. durch Wegklappen des Kopplungselementes, Beispiel 2, des Magneten M;
3. durch Zwischenschieben von abschirmenden Teilen, Beispiel 4, der Blende Bl in den Lichtgang;
4. durch Unterbrechung der Erregung, Beispiel 4, mittels des Schalters S im Heizkreis der Lampe La.

Lautstärkeregelung:
1. durch einen veränderlichen Widerstand R, eine Induktivität L oder Kapazität C im Wechselstromkreis, Beispiel 1, 2, 3;
2. durch Ändern der Stärke der Ankopplung, Beispiel 2, durch verschieden starkes Wegdrehen des Magneten M;
3. durch teilweises Abschirmen, Beispiel 4, mit der Blende Bl im Lichtgang;
4. durch Beeinflussung der Erregung, Beispiel 4, durch den Widerstand R im Heizkreis der Lampe La.

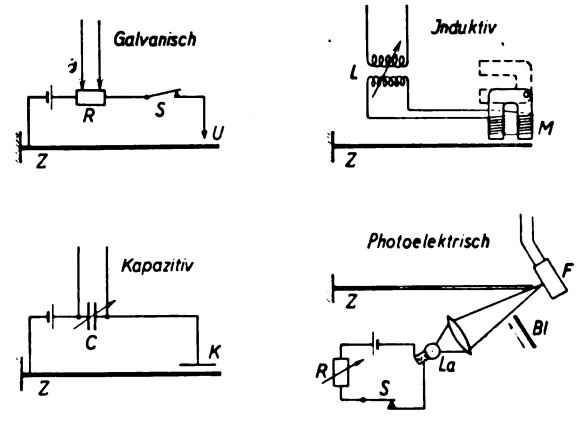


Abb. 2. Verschiedene Arten der Kopplung mit dem mechanischen System, Mittel zum An- und Abschalten der Töne und zur Lautstärkeregelung.

Natürlich braucht das elektrische System nicht unmittelbar mit dem mechanischen Schwingungserzeuger gekoppelt zu werden, wie in den obigen Beispielen gezeigt. Es können vielmehr beliebige mechanische Zwischenglieder verwendet werden. So kann das elektrische System statt mit den Saiten eines Klaviers mit seinem Resonanzboden gekoppelt werden. Wir sprechen dann meist von Abtastmikrophonen.

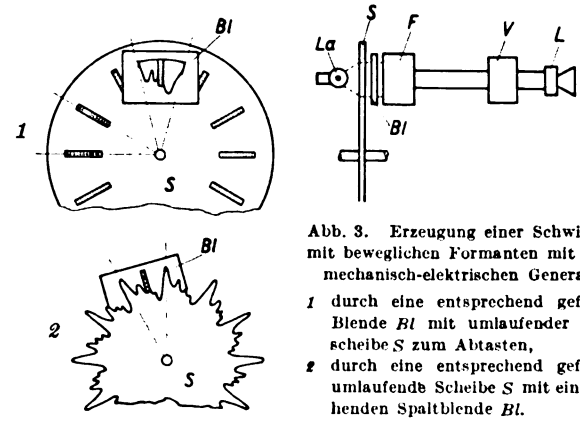


Abb. 3. Erzeugung einer Schwingung mit beweglichen Formanten mit einem mechanisch-elektrischen Generator
1 durch eine entsprechend geformte Blende Bl mit umlaufender Spaltscheibe S zum Abtasten,
2 durch eine entsprechend geformte umlaufende Scheibe S mit einer stehenden Spaltblende Bl.

Wie leicht einzusehen, ist die Kurvenform der elektrischen Schwingungen von der Formgebung der Kopplungselemente bzw. der schwingenden Systeme abhängig. Abb. 3 gibt hierfür zwei Beispiele. Durch eine umlaufende Scheibe S wird das von der Lampe La ausgehende Licht

[7] Trautwein, Z. techn. Physik Bd. 13, S. 244 (1932).
[8] Backhaus, Z. techn. Physik Bd. 13, S. 31 (1932).
[9] An Hand dieser Einteilung seien auch, ohne für die Vollständigkeit bürgen zu können, die Namen der überaus zahlreichen Erfinder auf dem Gebiet der elektrischen Musikinstrumente genannt:

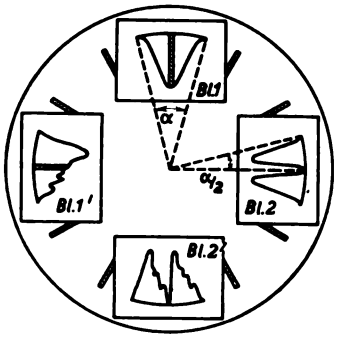
a) Mechanisch-elektrische Generatoren:
   1. rotierende: Cabot, Cahill, Eisenmann, Fiala, Fischer, Hugoniot, Lenk, Michel, Mercadier, Ochs, Potter, Robb, Schmalz, Severy, Sinclair, Spielmann, Tournier, Toulon, Zouckermann.
   2. schwingende: Baird, Bening, Clemens, Croper, Coupleux, v. Dreger, Dierdorf, Driescher, Maitre, Martin, Makhonin, Meißner, Nernst, Poetzelberger, Schaefer, Schneider, Schümann, Schumm, Severy, Sinclair, Singer, Tournier, Vierling.

b) Rein elektrische Generatoren:
   1. Tonfrequenzsummer: Béthenod, Couplex, Crandall, Lee de Forest, Gernsback, Givelet, Helberger, Hitchcock, Hugoniot, Lertes, Mager, Miller, Ranger, Stokowsky, Toulon, Tournier, Trautwein, Vincent.
      Hochfrequenz-Überlagerungsummer: Datzmann, Kraft, Mager, Martenot, Péchadre, Scriven, Theremin.
      Kippschwingungen: Bertrand.
   2. Glimmlampensummer: Tournier, Trautwein.
   3. Lichtbogen und Funkenstrecke: Burstyn, Dudell, Eisenmann, Simon.

Weitere Angaben über Veröffentlichungen und Patentschriften sind in den Zusammenstellungen von Vierling zu finden: ETZ 1932, S. 155 und Z. VDI Bd. 76, S. 625 (1932).

Digitized by Google

periodisch unterbrochen, so daß in der Photozelle F eine Wechselspannung entsteht, die über Verstärker V und Lautsprecher L wiedergegeben wird. In den Strahlengang ist noch eine Blende Bl eingeschaltet. Die Kurvenform der Wechselspannung kann durch besondere Formgebung der Blende (also des Kopplungselementes) oder aber der umlaufenden Scheibe (also des rotierenden mechanischen Systems) beliebig beeinflußt werden. Zu den letzteren gehören auch die Instrumente, welche mit umlaufenden Stahlringen oder Stahldrahtschleifen arbeiten, auf denen die elektrischen Schwingungen permanent magnetisch aufgezeichnet sind. Wie leicht einzusehen, ist die Kurvenform und damit die Zusammensetzung aus Teiltönen von der Drehzahl unabhängig. Gemäß unserer eingangs gewählten Benennung handelt es sich also hierbei um ein Mittel zur Erzeugung von beweglichen Formanten. Bringt man mehrere Kopplungselemente an, können natürlich auch mehrere Töne mit verschiedenen beweglichen Formanten erzeugt werden; in Abb. 4 z. B. gibt die Blende *Bl. 1* einen sinusförmigen Ton ohne bewegliche Formanten, während durch die zweite Blende *Bl. 1'* entsprechend der Form ihrer Kurve bewegliche Formanten erzeugt werden. Wird der Teilungswinkel der Blenden halbiert, so können mit diesen Blenden *Bl. 2* und *Bl. 2'* Töne der doppelten Frequenz erzeugt werden. Durch eine derartige Kombination mehrerer Kopplungselemente mit nur einem schwingenden oder rotierenden System kann der Aufwand für die elektrischen Schwingungserzeuger eines Instrumentes wesentlich verringert werden.

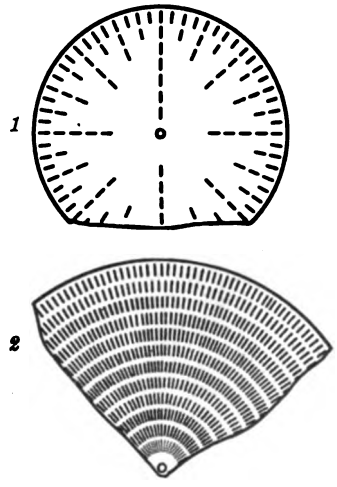


Bl. 2 und *Bl. 2'* geben die doppelte Frequenz wie *Bl. 1* und *Bl. 1'*, und zwar *Bl. 1* und *Bl. 2* Töne ohne bewegliche Formanten, *Bl. 1'* und *Bl. 2'* Töne mit beweglichen Formanten.

Abb. 4. Erzeugung mehrerer Töne mit verschiedenen beweglichen Formanten und von verschiedener Tonhöhe mit nur einer umlaufenden Spaltscheibe, aber mit mehreren Kopplungselementen.

Je nach der Bewegung der mechanischen Systeme unterscheiden wir zwischen rotierenden und schwingenden. Betrachten wir zunächst die ersteren. Wegen der verhältnismäßig großen Masse, vor allem des Antriebes, ist es nicht möglich, die Drehzahl derartiger Scheiben oder Bänder sprunghaft um größere Beträge zu ändern, wie es zum Spielen erforderlich wäre. Instrumente mit rotierenden mechanisch-elektrischen Generatoren werden deshalb immer aus einer größeren Anzahl Generatoren konstanter Frequenz zusammengesetzt. Um nun mit einem derartigen Instrument den Tonhöhenumfang eines Klaviers von 7 Oktaven (28,80 ··· 3480 Hz) zu erhalten, gibt es zwei verschiedene Wege. Im Beispiel 1 der Abb. 5 werden entsprechend den 12 Tönen einer Oktave 12 gleiche Scheiben mit 12 verschiedenen Drehzahlen $n_1 \cdots n_{12}$ verwendet, die sich gemäß unserer gleichschwebenden temperierten Stimmung wie

$$n_{12} : n_{11} = n_{11} : n_{10} = \ldots = n_2 : n_1 = \sqrt[12]{2} = 1{,}0595\ldots$$



1 (oberes Bild) bei Verwendung von 12 gleichen Scheiben mit 12 Drehzahlen von $n_1 = 1728$ bis $n_{12} = 3260$ U/min und je 7 Spaltreihen mit Spaltzahlen von $s_1 = 1$ bis $s_7 = 64$

2 (unteres Bild) bei Verwendung von 7 gleichen Scheiben mit 7 Drehzahlen von $n = 17{,}28$ bis $n_7 = 786$ U/min und je 12 Spaltreihen mit Spaltzahlen von $s_1 = 100$ bis $s_{12} = 189$

Abb. 5. Verschiedene Ausbildung der Spaltscheiben für einen Frequenzumfang von 7 Oktaven (28,80 ··· 3480 Hz).

verhalten müssen. Dieses Drehzahlverhältnis muß auf mindestens 1 % genau eingehalten werden und kann mit Schnurtrieb, Kegelrädern oder auch mit Zahnrädern entsprechend hoher Zähnezahl erreicht werden. Bei dieser Anordnung werden also mit einer Scheibe immer die im Oktavenverhältnis stehenden Töne, z. B. c, c', c'' usw. erzeugt. Entsprechend dem gewünschten Umfang von 7 Oktaven haben die Scheiben 7 Spaltreihen, wobei sich die Spaltzahlen wie

$$s_7 : s_6 = s_6 : s_5 = \ldots = s_2 : s_1 = 2$$

verhalten. Im zweiten Beispiel werden alle 12 Töne einer Oktave, also z. B. c, cis, d ··· h, mit einer Scheibe erzeugt. In diesem Fall müssen sich also die Spaltzahlen der 12 Spaltreihen jeder Scheibe wie

$$s_{12} : s_{11} = s_{11} : s_{10} = \ldots = s_2 : s_1 = \sqrt[12]{2} = 1{,}0595\ldots$$

verhalten. Selbst bei der äußersten zulässigen Verstimmung von 1 % beträgt die kleinste mögliche Spaltzahl noch immer 100. Die Drehzahlen der den 7 Oktaven entsprechenden 7 Scheiben verhalten sich wie

$$n_7 : n_6 = n_6 : n_5 = \ldots = n_2 : n_1 = 2.$$

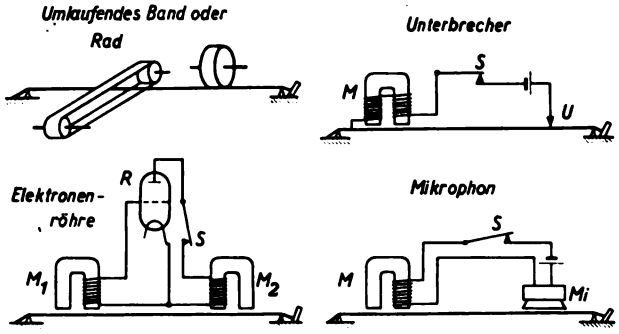


Abb. 6. Erregung einer Saite zu Dauerschwingungen.

Wegen der Schwierigkeit der Herstellung solcher Scheiben treten leicht Fehler in der Teilung auf; weiterhin werden die Scheiben sehr groß und schlagen deshalb leicht. Hierdurch wird aber der Ton unsauber und unbrauchbar. Der im ersten Beispiel gezeigte Weg dürfte daher der bessere sein, vor allem, wenn man durch Anwendung mehrerer Kopplungselemente, wie weiter oben gezeigt, die Zahl der Spaltreihen und damit die Größe der Scheiben herabsetzt. Wegen der hohen Anforderung an die Konstanz der Tonhöhe, besonders beim Zusammenspiel mit anderen Instrumenten, werden zwischen Antrieb und Scheiben meist besondere Regler oder Bremsen vorgesehen.

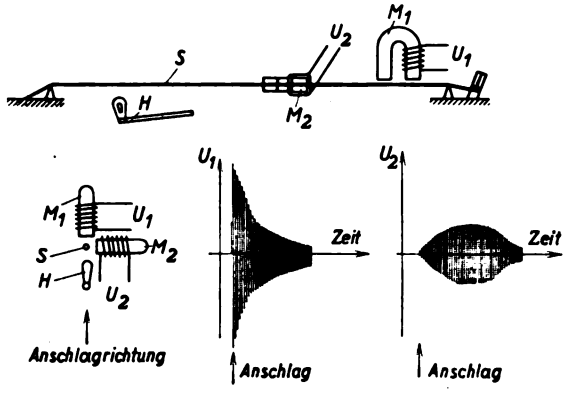


Abb. 7. Magnetische Kopplung in und senkrecht zur Anschlagsrichtung zwecks Erzeugung klavier- und orgelähnlicher Töne mit einer Saite.

In den letzten Jahren wurden besonders die schwingenden mechanisch-elektrischen Generatoren häufiger angewandt. Sie arbeiten meist mit Saiten oder Zungen. Je nach der Art der Erregung haben wir abklingende oder Dauerschwingungen. Als Erregung für die ersteren kommt hauptsächlich der Anschlag mit der normalen Klavierhammermechanik in Frage. Beim Flügel von Nernst wird aber auf den normalen Hammer noch ein Mikrohämmerchen gesetzt, um mit schwächer gespannten Saiten als beim normalen Flügel arbeiten zu können. Natürlich kann man Saiten oder Zungen auch magnetisch durch Stromstöße anregen. Die An- und Abklingzeiten werden

Digitized by Google

entweder durch zusätzliche Dämpfer mechanischer oder elektrischer Art oder durch zusätzliche Entdämpfung verändert. Ist die Abklingzeit sehr groß, so erhalten wir Töne, die denen des Perkussionsharmoniums entsprechen. Für die Erregung einer Saite zu Dauerschwingungen gibt Abb. 6 vier Beispiele, u. zw. für die mechanische Erregung mit einem umlaufenden Band oder Rad und für drei elektrische Kopplungschaltungen. Die Rückkopplung erfolgt hierbei entweder über eine Elektronenröhre R, wie bei dem bekannten Stimmgabelsummer, oder über einen Unterbrecher U, wie beim Wagnerschen Hammer, oder über ein normales akustisches Mikrophon Mi. Über die eingangs erwähnten Methoden zur Änderung der beweglichen Formanten hinaus kann die Kurvenform der Wechselspannung bei schwingenden Saiten durch Verschieben der Koppelelemente längs der Saite beeinflußt werden, da ja die Schwingungsform der einzelnen Saitenpunkte verschieden ist. Wenn die Kopplungsmagnete überdies auch noch wie bei dem Instrument von Vierling aus der Anschlagsebene herausgedreht und wie bei den beiden Magneten M_1 und M_2 der Abb. 7 gegeneinander um 90° versetzt werden, erhält man an der Wicklung des Magneten M_1 eine nach dem Anschlag abklingende Spannung U_1, an der des Magneten M_2 eine anschwellende U_2; im ersten Fall hat der Ton einen klavier-, im zweiten einen orgelähnlichen Charakter. Diese Verschiedenheit des Amplitudenverlaufs während der Anklingzeit ist auf Koppelschwingungen der Saite zurückzuführen, die ja mehrere Freiheitsgrade hat. Weiterhin kann durch eine periodische Spannungsänderung oder Verkürzung der Saiten ein Vibrato erzielt werden.

Die verhältnismäßig gute Frequenzkonstanz, der kleine Raumbedarf und nicht zuletzt die Billigkeit der mechanisch-elektrischen Generatoren ist der Grund, weshalb diese fast ausschließlich für mehrstimmige elektrische Musikinstrumente Verwendung finden. Unter mehrstimmigen Instrumenten verstehen wir dabei Instrumente vom Typ des Klaviers oder der Orgel, mit denen also mehrere Töne gleichzeitig gespielt werden können.

(Schluß folgt.)

Zur rechnerischen Bestimmung der Störungstabilität von Netzen.

Von Dr. techn. R. Mayer, Moskau.

Übersicht. Unter bestimmten Vereinfachungen läßt sich die Störungstabilität eines Netzes in geschlossener analytischer Form bestimmen. — Die Anwendung des Rechenverfahrens wird für ein Zahlenbeispiel gezeigt, an Hand dessen die Frage der Übererregung behandelt wird. Es ergibt sich, daß eine Erregungserhöhung ebenso wie eine Erhöhung der Kurzschlußleistung dann für die Stabilität ungünstig ist, wenn sie bei der Maschinengruppe vorgesehen wird, durch deren Polradnacheilung eine Stabilitätsgefährdung zu erwarten ist.

1. Einleitung.

Die Bestimmung der Störungstabilität von Netzen ist eine Aufgabe, deren Lösung eine sehr umständliche und zeitraubende Rechenarbeit erfordert (step by step-Methode). Dies ist besonders unangenehm, wenn es sich darum handelt, den Einfluß bestimmter Maßnahmen und Änderungen zu untersuchen, da man dann eine ganze Reihe von Fällen bearbeiten muß, um zu einem Überblick zu kommen.

Die Schwierigkeiten, die einer analytischen Behandlung entgegenstehen, erkennt man am besten, wenn man sich das physikalische Verhalten grundsätzlich klarmacht. Ein Netzkurzschluß kann das Zusammenarbeiten von Kraftwerken dadurch gefährden, daß durch die Verringerung der Spannung längs des Übertragungsweges die in Tritt haltenden Kräfte zu stark absinken. Diese Verkleinerung der synchronisierenden Kräfte ist jedoch für das Außertrittfallen noch nicht maßgebend. Die zweite Voraussetzung für eine gefährliche Vergrößerung des Abweichwinkels zwischen den Polrädern besteht darin, daß in dem Verhalten der zusammenarbeitenden Stromquellen gegenüber der Störung wesentliche Unterschiede bestehen, die für die einzelnen Maschinengruppen verschieden starke Neigung zur Drehzahländerung bedingen. Die Drehzahländerung einer Maschine ist gegeben durch den Unterschied zwischen der elektrischen Belastung und der Antriebskraft, die zur Beschleunigung oder Verzögerung der zugehörigen Schwungmassen zur Verfügung steht. Die elektrische Belastung während der Störung und ihre Verteilung auf die beteiligten Stromquellen sind beeinflußt von den Eigenschaften der Synchronmaschinen, von der Lage der Fehlerstelle im Netz, ferner von der Verteilung der Abnehmerlasten und deren Verhalten gegenüber der Störung.

Bei der Untersuchung der Störungstabilität kommt es nun darauf an, den gleichzeitigen Einfluß aller dieser verschiedenartigen Faktoren zu erfassen. Es ist klar, daß dies auf analytischem Wege nur möglich sein kann, wenn weitgehende Vereinfachungen gemacht werden. In der vorliegenden Arbeit ist bei der Auswahl dieser Vereinfachungen besonderer Wert darauf gelegt, daß für alle zusammenwirkenden Bedingungen das Wesentliche berücksichtigt erscheint.

2. Gedankengang der Rechnung.

Wir wollen uns hier auf den Fall beschränken, daß sämtliche Stromquellen des untersuchten Netzes sich in zwei Gruppen zusammenfassen lassen, innerhalb deren von einer Phasenabweichung zwischen den einzelnen Maschinen abgesehen werden kann. Die Gefahr des Außertrittfallens bei Störungen kann dann durch die Polradabweichung zwischen den so bestimmten beiden Stromquellen beschrieben werden.

Den Ausgangspunkt der Betrachtungen bildet die Verteilung der elektrischen Belastung auf die beiden Stromquellen in Abhängigkeit vom Abweichwinkel zwischen ihren Polradspannungen. Um diese Verteilung berechnen zu können, sind folgende Vereinfachungen vorausgesetzt. Das Verhalten der Kraftwerksmaschinen wird durch der Größe nach unveränderliche Polradspannungen beschrieben, die über unveränderliche Reaktanzen aufs Netz arbeiten. Alle Abnehmer werden durch feste Impedanzwerte dargestellt. Unter diesen Annahmen läßt sich auch bei beliebiger Verteilung der Abnehmer und Leitungen durch schrittweise Reduktion die Netzschaltung auf das in Abb. 1 dargestellte Schema vereinfachen.

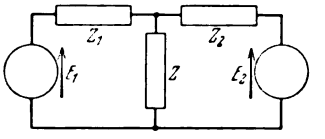


Abb. 1. Vereinfachtes Netzbild.

Darin erscheinen sämtliche Abnehmer (einschl. Kurzschlußlast) durch eine einzige Querimpedanz Z dargestellt, auf die über die Zuleitungsimpedanzen Z_1 bzw. Z_2 die inneren Spannungen der beiden Stromquellen E_1 bzw. E_2 arbeiten. Für die vereinfachte Schaltung der Abb. 1 läßt sich die gesuchte Leistungsverteilung aus der Stromverteilung berechnen. Man erhält dafür Ausdrücke von der Form:

$$\left.\begin{aligned} &\text{Stromquelle } 1\text{:}\quad N_1 = N_{10} + N_s \sin(\vartheta + \psi) \\ &\text{Stromquelle } 2\text{:}\quad N_2 = N_{20} - N_s \sin(\vartheta - \psi) \end{aligned}\right\}. \tag{1}$$

Der Abweichwinkel ϑ zwischen den Polradspannungen wird hier für Nacheilung der Stromquelle *2* positiv gezählt. Die beiden Leistungen N_1 und N_2 bestehen je aus zwei Gliedern; das erste Glied N_{10} bzw. N_{20} ist von dem Abweichwinkel unabhängig, das zweite Glied steht in trigonometrischer Abhängigkeit von ϑ und gibt somit ein Maß für die synchronisierenden Kräfte zwischen den Werken.

Um die Zunahme der Nacheilung in ihrem zeitlichen Verlauf verfolgen zu können, müssen für die Rotoren der beiden Stromquellen die Bewegungsgleichungen aufgestellt werden. Die Beschleunigung bzw. Verzögerung der Schwungmassen ist durch den jeweiligen Unterschied zwischen der Antriebsleistung und der elektrischen Belastung gegeben.

Es gilt also:

$$\left.\begin{aligned} \Theta_1 \omega \frac{\mathrm{d}^2\vartheta_1}{\mathrm{d}t^2} &= N_{a1} - N_1 \\ \Theta_2 \omega \frac{\mathrm{d}^2\vartheta_2}{\mathrm{d}t} &= N_{a2} - N_2 \end{aligned}\right\}. \tag{2}$$

Θ_1 und Θ_2 sind darin die Trägheitsmomente der beiden Stromquellen, bezogen auf eine zweipolige Maschine,

Digitized by Google

ω die Winkelgeschwindigkeit der zweipoligen Maschinen ($\omega = 314\,s^{-1}$), N_{a1} und N_{a2} die Antriebsleistungen, die für die Zeit des untersuchten Störungsverlaufes konstant und gleichgroß den vorher geltenden Werten angenommen sind. ϑ_1 und ϑ_2 sind die Phasenlagen der Polräder gegen einen festen Vektor. Die Differenz dieser Winkel gibt den Abweichwinkel zwischen den beiden Polrädern:

$$\vartheta = \vartheta_1 - \vartheta_2 . \qquad (3)$$

Aus den Gl. (2) und (3) läßt sich eine Differentialgleichung für den Abweichwinkel ϑ ableiten, die folgendermaßen lautet[1]:

$$\frac{d^2\vartheta}{dt^2} = \frac{N_{a1} - N_1}{\omega \Theta_1} - \frac{N_{a2} - N_2}{\omega \Theta_2} . \qquad (4)$$

In dem rechts stehenden Ausdruck sind von den elektrischen Leistungen N_1 und N_2 [Gl. (1)] Glieder enthalten, die eine trigonometrische Abhängigkeit von ϑ aufweisen. Faßt man diese Glieder zusammen, dann läßt sich Gl. (4) in folgender Form schreiben:

$$\frac{d^2\vartheta}{dt^2} + S \sin(\vartheta - \chi) = A. \qquad (4a)$$

Die Gleichung (4a), die für den gestörten Netzzustand aufzustellen ist, ermöglicht die Entscheidung der Frage, ob eine bestimmte Störung zum Außertrittfallen der Werke führt oder nicht. Zunächst ist ohne weiteres einzusehen, daß sich kein stabiler Endwert des Abweichwinkels einstellen kann, sobald Größe A die Größe S übersteigt, die man als Kenngröße für die synchronisierenden Kräfte bezeichnen kann. Es bleibt dann für jeden Winkelwert ϑ eine Beschleunigungskraft zur weiteren Vergrößerung des Abweichwinkels übrig.

Durch den Grenzfall

$$S = A \qquad (5)$$

ist die statische Stabilität gegeben, d. h. das Außertrittfallen wird gerade eintreten, wenn auch der Übergang vom ungestörten in den gestörten Zustand allmählich vor sich geht. Tatsächlich liegen jedoch die Verhältnisse wegen des stoßartigen Einsetzens der Kurzschlußlast ungünstiger. Infolge des dadurch bedingten Überschwingens sämtlicher Größen über ihre stationären Endwerte kann das Außertrittfallen schon zu erwarten sein, wenn A kleiner als S ist. Die Erniedrigung des Verhältnisses A/S gegen 1, die nötig ist, um in den stabilen Bereich zu kommen, ist abhängig von dem Abweichwinkel ϑ_0, der beim Einsetzen der Störung bestanden hat. Dieser Winkel ist durch den Netz- und Belastungszustand des ungestörten Betriebes unmittelbar vor Eintritt der Störung gegeben. Zahlenmäßige Angaben über die Verschlechterung der Stabilität infolge der dynamischen Vorgänge sind aus der Abb. 2 zu entnehmen, in der das zulässige Grenzverhältnis A/S als Funktion eines Winkels $\vartheta_0 - \chi$ aufgetragen ist; ϑ_0 ist bereits oben als Anfangswert des Abweichwinkels definiert, der Winkel χ ist nach Gl. (4a) von den elektrischen Daten des gestörten Netzes abhängig. Die Kurve der Abb. 2 wird bei den folgenden Zahlenbeispielen zur Entscheidung der Frage benutzt, ob ein gegebener Störungsfall zum Außertrittfallen führt[2].

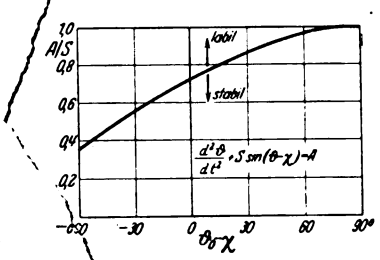


Abb. 2. Grenzverhältnis für die dynamische Stabilität.

3. Zahlenbeispiel.

Das Zahlenbeispiel, an Hand dessen die Anwendung des vorgeschlagenen vereinfachten Rechenverfahrens gezeigt werden soll, ist durch eine Frage der Betriebspraxis angeregt, die in den letzten Jahren viel besprochen wurde. Es handelt sich um die Frage, ob und unter welchen Bedingungen durch Erhöhung der Erregung eine Verbesserung der Störungstabilität erzielt werden kann. Die Ansichten über den Wert dieser Maßnahme sind geteilt. Hauptsächlich in amerikanischen Arbeiten wird die Übererregung von Phasenschiebern bei Kurzschlüssen zur Aufrechterhaltung der Koppelspannung empfohlen[3]. Demgegenüber wird von anderer Seite betont, daß durch erhöhte Erregung die Belastung während der Störung in einer für die Stabilität gefährlichen Weise steigen kann[4].

a) Kennzeichnung des behandelten Beispiels.

Die den Rechnungen zugrunde gelegten Angaben für das Zahlenbeispiel sind der Abb. 3 zu entnehmen. Das Kraftwerk *I* mit einer Maschinenleistung von 125 MVA arbeitet über eine 300 km lange 100 kV-Leitung mit dem Werk *II* von 20 MVA Nennleistung zusammen. Dem Werk *II* kommt besonders mit Rücksicht auf den hohen Blindleistungsverbrauch des angeschlossenen 50 kV-Netzes vor allem die Spannungshaltung zu. Im Grenzfall soll die ganze Wirkleistung vom großen Kraftwerk geliefert werden. Als Störung wird angenommen, daß ein Kurzschluß in einer Stichleitung auftritt, die von den 50 kV-Sammelschienen des Phasenschieberwerkes *II* ausgeht.

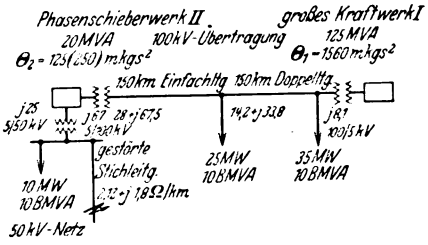


Abb. 3. Netzbild für das Zahlenbeispiel.

Bereits ohne genaue rechnerische Untersuchung läßt sich für diese Annahmen sagen, in welchem Sinne eine Stabilitätsgefährdung zu erwarten ist. Da der Wirkleistungsfluß voraussetzungsgemäß in der Richtung vom großen Kraftwerk zum kleinen geht, wird schon im ungestörten Betrieb die Polradspannung des kleinen Werkes (*II*) nacheilen; diese Nacheilung wird um so größer, je weniger das Werk *II* belastet ist, am größten für reinen Phasenschieberbetrieb. Im Störungsfall kann nun diese Nacheilung bis zum Außertrittfallen vergrößert werden, sobald die Störung einen starken Wirklaststoß im kleinen Kraftwerk hervorruft.

b) Übersicht über die Ergebnisse.

Die Ergebnisse der Zahlenrechnung sind in der Zahlentafel 1 wiedergegeben. In den Spalten 1 ··· 4 sind zunächst die Angaben enthalten, nach denen mit Hilfe der Gl. (1) die Leistungsverteilung auf die beiden Stromquellei in Abhängigkeit vom Differenzwinkel ϑ zwischen den Polrädern ermittelt werden kann. In den folgenden Spalten 5 ··· 7 sind die Größen der Bewegungsgleichung (4a) angegeben, die die Entscheidung über die Störungstabilität ermöglicht. Spalte 8 gibt den Ausgangswert ϑ_0 des Abweichwinkels, der entsprechend den 2 angenommenen Belastungszuständen vor der Störung 27 ° bzw. 42 ° beträgt. In Spalte 9 ist das aus den Werten der Spalten 5 und 6 errechnete Verhältnis A/S eingetragen, das mit dem zulässigen Grenzwert nach Abb. 2 zu vergleichen ist. Wenn das für den gestörten Netzzustand ermittelte Verhältnis A/S gleich oder größer wird als das Grenzverhältnis, so bedeutet dies, daß die Kraftwerke außer Tritt fallen. In der nächsten Spalte (11) ist das noch besonders angegeben. Durch die Angaben der folgenden Spalten (12 ··· 18) werden noch die angenommene Störung und die maßgebenden Eigenschaften der beiden Werke gekennzeichnet.

Die ersten drei Fälle (Zeile 1 ··· 3) beziehen sich auf den ungestörten Netzzustand, und zwar werden 2 Belastungsfälle betrachtet. Zunächst ist angenommen, daß das kleine Kraftwerk unmittelbar vor der Störung mit 5 MW belastet ist (Zeile 1, Spalte 17). Der Nacheilwinkel ergibt sich dafür zu 27 °. Als zweites wird angenommen (Zeile 2), daß das Werk *II* vor der Störung unbelastet ist; der Nacheilwinkel vergrößert sich dann auf $\vartheta_0 = 42$ °. Im dritten Fall sollen die Synchronmaschinen im Phasenschieberwerk ohne Antriebsteil arbeiten (Spalte 18). Dafür werden die Schwungmassen mit der Hälfte angesetzt. Es ergibt sich eine Erhöhung der Kenngrößen A und S (Spalte 5 und 6) fast auf das Doppelte, ihr Verhältnis (Spalte 9) ändert sich jedoch nur unwesentlich. Die Stabilitätsreserve für den ungestörten Betrieb wird

[1] Sind die Leistungen N in kW gegeben, dann erhält man die entsprechenden Augenblicksgrößen (N/ω) in kgm durch Multiplikation mit 0,326.

[2] Bezüglich Integration der Gl. (4a), die zur Bestimmung dieses Zusammenhanges notwendig ist, sei auf eine Arbeit von Peters und Ollendorff, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. Bd. 5, S. 7 u. 25 (1926) verwiesen.

[3] Jones, Gen. electr. Rev. Bd. 30, S. 580 (1927), und J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 47, S. 357 (1928). Treat, Gen. electr. Rev. Bd. 32, S. 326 (1929).

[4] Bakker u. Staveren, First World Power Conference Bd. 3, S. 835.

Digitized by Google

demnach durch die Verkleinerung der Schwungmassen praktisch nicht beeinflußt.

In den Spalten 13 ··· 16 sind noch die nötigen Annahmen für die beiden Stromquellen eingetragen. Entsprechend der starken Blindbelastung des kleinen Kraftwerkes wurde dessen Polradspannung höher angesetzt.

In den nächsten 6 Fällen wird die Annahme untersucht, daß in der vom kleinen Kraftwerk ausgehenden 50 kV-Stichleitung in 20 km Entfernung ein 3phasiger Kurzschluß auftritt.

Eine kleine Maschinenreaktanz und damit große Kurzschlußleistung wird ebenso wie eine höhere Erregung fast allgemein als günstig für die Stabilität angesehen, da dadurch die synchronisierenden Kräfte vergrößert werden. Aus Spalte 3 entnimmt man, daß diese Vergrößerung gegenüber dem vorhergehenden Fall 7 20 % beträgt. Die kleinere Maschinenreaktanz bedingt jedoch ebenso wie früher gleichzeitig eine Erhöhung des konstanten Leistungsbetrages N_{20} (Spalte 2) um etwa 40 %, die für die Stabilität ungünstig ist. Der ungünstige Einfluß überwiegt den günstigen im Falle 8 so stark, daß das kennzeichnende Verhältnis A/S größer als das zulässige Grenzverhältnis wird. Die Kraftwerke fallen also außer Tritt. In der untersuchten Anordnung haben wir ein Beispiel kennengelernt, bei dem eine Erhöhung sowohl der Erregung als auch der Kurzschlußleistung eine offensichtliche Verschlechterung der Störungstabilität mit sich bringt.

Zahlentafel 1. Zusammenstellung der Rechenergebnisse.

lfd. Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Leistungsverteilung [Gl. (1)]				Bewegungsgleichung [Gl. (4a)]						Ergebnis	Kurzschlußart und -entfernung	Polradspannung in Werk		Maschinenreaktanz in Werk		Belast. vor Störg.	Trägheitsmoment
	N_{10} MW	N_{20} MW	N_g MW	ψ Grad	A	S s^{-2}	χ Grad	ϑ_0 Grad	$\frac{A}{S}$	$\left(\frac{A}{S}\right)_{Gr.}$			I kV	II kV	I Ω u. %	II Ω u. %	des Werkes II MW	II mkgs²
1	45,5	6,6	21	24	5,1	30,5	18	27	0,165	—	—	ungestört	135	145	54 Ω	335 Ω synchr. Reakt.	5	250 Gen. u. Turb.
2	45,5	6,6	21	24	13	30,5	18	42	0,42	—	—	„	135	145	54 Ω	335 Ω	0	„
3	45,5	6,6	21	24	21,5	55,5	22	42	0,39	—	—	„	135	145	54 Ω	335 Ω	0	125 Phassch. allein
4	55	11	17,5	24	8,8	25,5	18	27	0,35	0,77	stabil	3phas. 20 km	135	145	49 Ω 90%	170 Ω 50 %	5	250
5	55	11	17,5	24	16,5	25,5	18	42	0,65	0,83	„	20 „	135	145	der synchr. R.		0	250
6	55	11	17,5	24	31	48	21	42	0,65	0,82	„	20 „	135	145	90 %	50 %	0	125
7	55	16	21	24,5	44	57	21	42	0,77	0,82	„	20 „	135	175	90 %	50 %	0	125
8	55	23,5	25	22,5	62,5	70	19,5	42	0,89	0,83	außer Tritt	20 „	135	175	90 %	135 Ω 40 %	0	125
9	55	23,5	25	22,5	32,5	37	16,5	42	0,88	0,84	„	20 „	135	175	90 %	40 %	0	250

Für die Berechnung der Leistungsverteilung wurden mit Rücksicht auf die Ausgleichvorgänge die wirksamen Reaktanzen der Stromquellen gegenüber ihren synchronen Werten verkleinert. Da der Kurzschluß sich auf das große Kraftwerk viel weniger auswirkt, wurde der entsprechende Reaktanzsprung kleiner angenommen (Spalte 15 und 16). Die beiden Polradspannungen sollen dagegen zunächst unverändert gegenüber dem stationären Betrieb bleiben (Spalte 13 und 14).

Die Fälle 4 ··· 6 entsprechen in bezug auf den Belastungszustand der Kraftwerke den Fällen 1 ··· 3 für das ungestörte Netz. Für Fall 4 ist eine Belastung des kleinen Kraftwerkes von 5 MW angenommen, für Fall 5 dessen Leerlauf, im Fall 6 sollen endlich die Synchronmaschinen des kleinen Werkes ohne Antriebsmaschinen laufen (halbes Trägheitsmoment). Der Vergleich der Zahlenwerte in den Spalten 9 und 10 zeigt zunächst, daß die Werke bei diesen 3 Fällen in Tritt bleiben, ermöglicht aber darüber hinaus ein Urteil über die Stabilitätsreserve. Man erkennt, daß es ungünstiger für die Stabilität ist, wenn das kleine Kraftwerk *II* leerläuft, da das Verhältnis A/S sich dafür mehr dem zulässigen Grenzwert nähert. Die Verkleinerung des Trägheitsmomentes (Zeile 6) hat dagegen praktisch keinen Einfluß.

Der nächste Fall (7) unterscheidet sich von den vorhergehenden dadurch, daß die Polradspannung des kleinen Kraftwerkes um etwa 20 % höher (175 kV gegen 145 kV) angenommen ist. Diese Vergrößerung könnte durch eine schnellwirkende Übererregung erreicht werden, wie sie hauptsächlich in amerikanischen Arbeiten zur Erhöhung der Störungstabilität empfohlen wird. Die Polradspannung des großen Kraftwerkes *I* soll dagegen unverändert bleiben. Die höhere Erregung des kleinen Kraftwerkes hat zur Folge, wie man aus Spalte 3 erkennt, daß die synchronisierenden Kräfte (N_s) zwischen den Werken ansteigen. Im Fall 7 ist N_s gegenüber den Fällen 4 ··· 6 um 20 % größer geworden, im gleichen Maße wie die Polradspannung also. Das ist für die Stabilität günstig. Die vergrößerte Polradspannung bewirkt jedoch gleichzeitig für das Phasenschieberwerk auch eine Zunahme des Lastanteiles (N_{20} in Spalte 2), der vom Abweichwinkel zwischen den Polrädern unabhängig ist. Man erkennt, daß diese Vergrößerung bedeutend stärker ist als die Vergrößerung der synchronisierenden Kräfte (von 11 auf 16, d. i. um etwa 45 % gegen 20 % für N_s). Dementsprechend ist auch die Zunahme der Kenngröße A für die treibenden Kräfte (Spalte 5) größer als die Zunahme der Kenngröße S für die in Tritt haltenden Kräfte (Spalte 6). Damit nähert sich auch das für die Störungsstabilität maßgebende Verhältnis A/S mehr dem zulässigen Grenzwert (Spalte 9 und 10), die Stabilitätssicherheit wird verringert.

Für den folgenden Fall (Zeile 8) ist angenommen, daß die wirksame innere Reaktanz der Maschinen des Phasenschieberwerkes durch den Kurzschluß stärker verkleinert wird, u. zw. bis auf 40 % der synchronen Reaktanz gegenüber 50 % bei den vorhergehenden Fällen.

Der letzte Fall (Zeile 9) der Zahlentafel 1 unterscheidet sich von dem vorhergehenden nur dadurch, daß die Schwungmassen des kleinen Kraftwerkes doppelt so groß angenommen sind. Das bedeutet, daß die im ungestörten Betrieb nur mit Blindlast belasteten Maschinen mit den zugehörigen Antriebsmaschinen gekoppelt sind. Man entnimmt der Tafel, daß die Kenngrößen A und S (Spalte 5 und 6) auf etwa die Hälfte verkleinert werden, das maßgebende Verhältnis A/S sich jedoch praktisch nicht ändert (Spalte 9 und 10). Durch die Erhöhung der Schwungmassen wird also die Stabilitätssicherheit nur unwesentlich beeinflußt.

c) Verallgemeinerung der Ergebnisse.

Die an Hand des behandelten Beispiels gewonnenen Erkenntnisse lassen sich allgemein folgendermaßen fassen: Erhöhung der Erregung und Verkleinerung der wirksamen Maschinenreaktanz sind dann für die Stabilität ungünstig, wenn sie bei der Maschinengruppe vorgesehen werden, durch deren Polradnacheilung eine Stabilitätsgefährdung erwartet werden kann. Der Grund dafür besteht darin, daß durch beide Maßnahmen die Leistungsübernahme des betreffenden Kraftwerkes, die im Sinne der Vergrößerung des Abweichwinkels wirkt, erhöht wird. Dieser ungünstige Einfluß ist stärker als die gleichzeitig erzielte Erhöhung der in Tritt haltenden Kräfte.

Es gibt jedoch noch einen anderen Grund, der gegen die Übererregung von Phasenschiebern oder allgemeiner von Werken mit nacheilender Polradspannung spricht. Ist bei einer Störung die Winkelabweichung bis zur Phasenopposition und darüber hinaus gewachsen, so braucht dies noch lange nicht zu einer Unterbrechung des Parallelbetriebes zu führen. Es besteht die Möglichkeit, daß die Werke nach Abschalten des Kurzschlusses wieder selbsttätig in Tritt kommen, so daß keine weitere Schalterauslösung erfolgen muß. Durch eine Erhöhung der Erregung wird das Wiederfangen der Werke erschwert[5]. Besonders ungünstig kann es hier werden, wenn der Schlupf zwischen den außer Tritt gefallenen Werken so groß wird, daß sie in ihrer Polradfrequenz voneinander unabhängig werden. Dies hat kurzschlußartige Ströme und Belastungen auch bei fehlerfreiem Netz zur Folge, da die Werke mit verschiedenen Frequenzen auf die wechselseitigen Maschinenstreuungen arbeiten. Für das mit kleinerer Drehzahl laufende Phasenschieberwerk kann diese Belastung um so schwerer von den synchronisierenden Leistungen überwunden werden, je höher die Erregung gemacht wird.

[5] Vgl. H. Rengier, AEG-Mitt. 1931, S. 426.

Digitized by Google

Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit.

Mit dem Ziele, die technisch-wissenschaftliche Arbeit in den Dienst nationalsozialistischer Wirtschaftsordnung zu stellen und die vom Reichskanzler mit der Gestaltung der neuen Wirtschaftsform beauftragten Stellen bei ihrer schweren Aufgabe zu unterstützen, haben sich die führenden Verbände und Vereine der technisch-wissenschaftlichen Fachrichtungen zu einer „Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit" zusammengeschlossen und unter nationalsozialistische Führung gestellt. Das Präsidium bilden die Vorsitzenden der zusammengeschlossenen Vereine; ferner gehören ihm führende Persönlichkeiten der Reichsregierung an. Der Ehrenvorsitz des Präsidiums ist dem Leiter des Wirtschaftspolitischen Amts der Nationalsozialistischen Deutschen Arbeiter-Partei, Herrn Dr. Otto Wagener übertragen worden.

Die Elektrotechnik wird in dieser Reichsgemeinschaft durch den Verband Deutscher Elektrotechniker vertreten, dessen Erster Vorsitzender Herr Staatssekretär Dr. Ohnesorge zu den Gründern der Reichsgemeinschaft gehört.

Die Vorarbeiten für die Aufstellung eines Arbeitsplanes und näherer Vorschriften für die Arbeitsweise der Reichsgemeinschaft, die eine umfassende und schlagkräftige Organisation vorstellen soll, sind inzwischen aufgenommen worden.

Der Sitz der Reichsgemeinschaft befindet sich im Verein deutscher Ingenieure, Berlin NW 7, Ingenieurhaus.

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Versuche zur Bestimmung der Dämpfungscharakteristik von Synchrongeneratoren. — Einer der beiden als Versuchsmaschinen verwendeten Generatoren (je für 7200 kW, 9000 kVA, 180 U/min, 13 800 V, 60 Hz) war mit einer Dämpferwicklung versehen, die je Pol aus sieben in geschlitzten Nuten eingebetteten, an den Stirnseiten durch Kupfersegmente kurzgeschlossenen Kupferstäben bestand. Der andere Generator war ohne diese Dämpferwicklung, beide Generatoren waren jedoch je Pol mit einem unterhalb der Polschuhkanten angeordneten kurzgeschlossenen Kupferring versehen. Zur Nachprüfung der nach der von Linville[1] angegebenen Methode errechneten Konstanten beider Maschinen wurde der Verlauf des Erregerstromes bei plötzlich vom Netz abgeschalteter, unbelasteter, untererregter Maschine oszillographisch aufgenommen und verglichen mit dem nach der Methode von Park[2] errechneten Verlauf; die Übereinstimmung war sehr gut. Bei verschiedenen Belastungen, verschiedenen Erregerströmen und Erregerwiderständen wurde alsdann bei beiden Maschinen der Verlauf der Leistungsschwankungen bei künstlich eingeleiteter Störung oszillographisch aufgenommen, und nach einer im Anhang angegebenen Methode der „Dämpfungskoeffizient" aus dem Oszillogramm errechnet. Es ergibt sich, daß der Dämpfungskoeffizient der mit der Dämpferwicklung versehenen Maschine etwa dreimal so groß ist wie derjenige der anderen Maschine, daß bei beiden Maschinen eine Änderung weder des Erregerwiderstandes noch des Erregerstromes innerhalb normaler Betriebsgrenzen die Größenordnung des Dämpfungskoeffizienten wesentlich beeinflußt, daß aber bei Leerlauf der Dämpfungskoeffizient des Generators ohne Dämpferwicklung etwa halb so groß ist wie bei Belastung, während der Dämpfungskoeffizient des Generators mit Dämpferwicklung bei Leerlauf nur wenig geringer ist als bei Belastung. Nach einer von Crary und Warnig[3] angegebenen Methode wurde dann noch der Verlauf der Leistungsschwingung errechnet und mit dem oszillographisch aufgenommenen Verlauf verglichen, wobei sich eine gute Übereinstimmung zeigte. (F. A. Hamilton, Gen. electr. Rev. Bd. 35, S. 384.) *Klt.*

Apparate.

Schnellschalter für Wechselstrom. — Um die Leitungsisolatoren von Bahnanlagen für 12 000 V, 25 Hz, durch rasches Abschalten gegen Überschlagschäden zu schützen, hat die General Electric Company einen Ölschnellschalter (Impulse high speed circuit breaker) für 1500 A Nennstrom und 50 000 A Abschaltstrom entwickelt. Die Scheibe *3* (Abb. 1) wird durch den Antriebsmotor *4* im Uhrzeigersinn gedreht und hebt mittels des Schlitzes *10* die Schubstange *2* und damit den Hebel *5*, der sich hierbei um den Punkt *20* unterhalb des Anschlages *6* dreht. Hierdurch wird die Hauptfeder *1* gespannt, bis kurz vor dem oberen Totpunkt der Schubstange *2* der Hebel *5* mit dem Stift *11* durch den Anker *8* des Auslösemagneten *9* verklinkt wird und der Motor *4* sich abschaltet. Um den Schalter nunmehr zu schließen, wird der Motor *4* eingeschaltet, dreht die Scheibe *3* weiter bis zum Totpunkt und schaltet sich hiernach selbst ab. Die Schubstange *2* gleitet dann bei Überschreitung des Totpunktes unter dem Druck der Feder *1* oben im Schlitz *10*, unten im Schlitz *12*, dreht den Hebel *5* um Punkt *11* und bringt den Stempel *7* mit dem beweglichen Schaltstück *7*, das die Form eines Hohlzylinders mit durchlochter Wandung hat, zur Auflage auf das kegelförmige feste Schaltstück *16*. Das Gewicht des Kolbens *14* ist durch die Feder *13* ausbalanciert. Bei Überstrom löst der Schnellauslöser *9* die Klinke *8*, der Hebel *5* wird durch die Feder *1* um den unteren Zapfen der Schubstange *2* gedreht, der als fester Drehpunkt wirkt, weil dem Öl durch die geschlossenen Schaltstücke der Übertritt in die Kammer *18* gesperrt und der Kolben *14* trotz des auf ihm lastenden Druckes dadurch an der Abwärtsbewegung gehindert ist. Hierbei werden die Schaltstücke getrennt und nach Auftreffen des Stempels *7* auf den Anschlag *6* erhält der Kolben *14* eine schlagartige Beschleunigung und drückt zwischen die offenen Kontakte Öl, das den Lichtbogen beim ersten Nulldurchgang löscht.

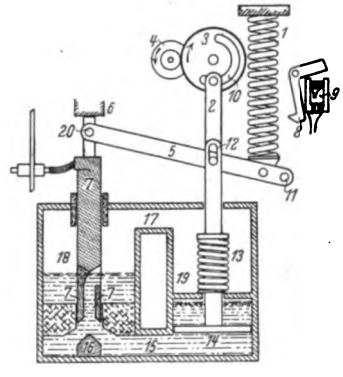


Abb. 1. Schema des Wechselstrom-Schnellschalters.

Durch den radialen Öldruck wird der Lichtbogen auf die mit lichtbogenbeständigem Material bewehrte Spitze des festen Schaltstückes getrieben, die Öloberfläche bildet infolge des Gegendruckes der im Lichtbogen entstehenden Ölgase einen Hohlkegel um die Spitze herum. Sobald beim Nulldurchgang der Gasdruck klein wird, überströmt das Öl das feste Schaltstück und löscht den Lichtbogen. Der Abstand der Schaltstücke beträgt nur rd. 25 mm, die gesamte Abschaltzeit vom Einsetzen des Kurzschlusses bis

[1] T. M. Linville, Starting performance of salient-pole synchronous motors, AJEE Bd. 49, 1930, S. 531.
[2] R. H. Park, Two-reaction theory of synchronous machines, AJEE Bd. 48, 1929, S. 716.
[3] S. B. Crary and M. L. Warnig, Torque-angle characteristics of synchronous machines following system disturbances, AJEE meeting, may 1932.

Digitized by Google

zur vollendeten Lichtbogenlöschung 0,03 ... 0,04 s. Ein Drehstromschalter für 3000 A Nennstrom bei 15 kV, 60 Hz, für eine Kraftwerksverteilung soll die Kurzschlußdauer auf 1 Periode oder weniger beschränken. (W. K. Rankin, Gen. electr. Rev. Bd. 34, S. 553.) *Cn.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Hochspannungs-Meßwiderstand. — Beim Bau von Hochspannungswiderständen ist es sehr schwierig, den Einfluß der Erdkapazität zu vermeiden. Im „Laboratoire Central d'Electricité" ist ein Widerstand für 150 kV in der Weise gebaut worden, daß man (Abb. 2) koaxial zu dem eigentlichen Meßwiderstand R_m einen Schutzwiderstand R_s angeordnet und dessen Ende mit der Erde verbunden hat; das andere Ende wird gemeinsam mit dem entsprechenden des Meßwiderstandes an die Hochspannung angeschlossen. Das ganze ist in einen mit Öl gefüllten Isolierzylinder eingebaut. Der Einfluß der Erdkapazität und der benachbarten Metallteile ist auf diese Weise vollkommen ausgeschieden, es bleibt nur noch ein geringer, konstanter, kapazitiver Fehlwinkel von etwa 2' bei 50 Per/s. Der Meßwiderstand beträgt 3 MΩ, der Schutzwiderstand 6 MΩ, die Leistungsaufnahme also 7,5 bzw. 3,75 kW. Die Wicklung besteht aus 0,1 mm starkem Konstantandraht. Kurzzeitig ist sie mit 200 kV belastbar (also zusammen rd. 2 kW). (P. de la Gorce, Génie civ. Bd. 98, S. 68.) *Kth.*

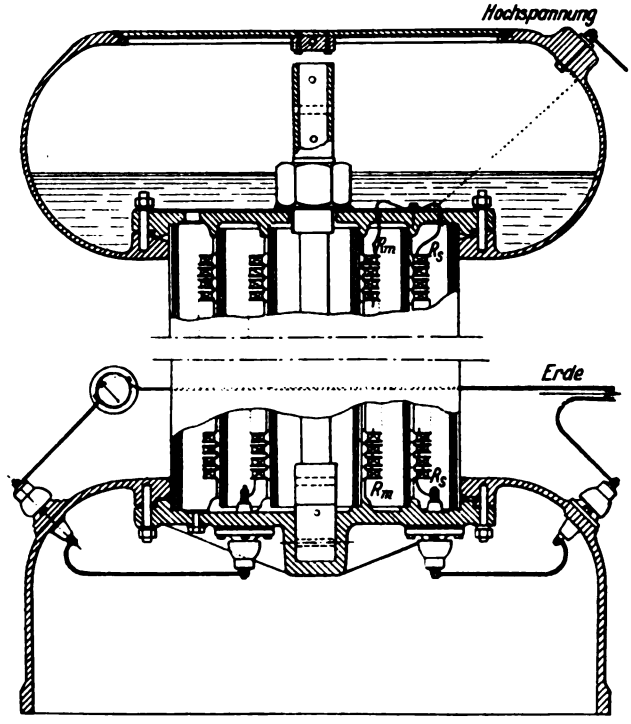


Abb. 2. Hochspannungs-Meßwiderstand

Beleuchtung.

Ein lichtelektrischer Beleuchtungsmesser. — Das objektive Luxmeter von Marx & Mérei, Budapest 62, besteht aus einem hochempfindlichen Strommeßgerät mit aus Isolierstoff gepreßtem Gehäuse von 110 · 160 · 50 mm Abmessung und aus dem Lichtelement, welches durch eine 2 m lange Leitungschnur angeschlossen ist. Das Lichtelement (Fabrikat der Tungsram-Werke) ist in einen auf das Instrument aufsteckbaren Behälter eingebaut (Abb. 3). Es ist ein Selen-Lichtelement von folgendem inneren Aufbau: Eine Eisenplatte von 45 mm Dmr. ist mit einer dünnen Schicht Selen, dem noch gewisse Zusätze beigemengt sind, überzogen; auf der Selenschicht befindet sich ein hauchdünner lichtdurchlässiger Metallüberzug. Eisenplatte und Metallüberzug sind die beiden Pole des Lichtelementes, sie stehen mit den rückwärtigen Anschlußklemmen des isolierten Gehäuses in leitender Verbindung. Der von dem Lichtelement gelieferte photoelektrische Strom beträgt rd. 0,15 μA/Lux. Diese Empfindlichkeit bleibt selbst nach vielen Hunderten von Belichtungstunden praktisch unverändert.

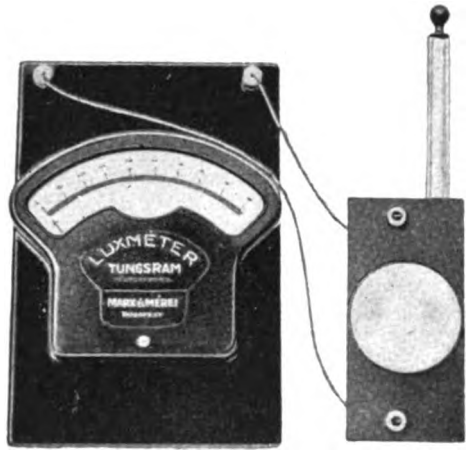


Abb. 3. Luxmeter.

Beim Gebrauch entfernt man den Behälter vom Gerät, zieht den darin befindlichen Fassungstiel heraus, bringt das Lichtelement in die gewünschte Stellung und liest die Beleuchtungstärke auf der in Lux geteilten Skala ab. Der Meßbereich kann je nach Wunsch zu 150, 250, 500, 1000 und 2500 Lux gewählt werden; auch kann das Gerät mit 2 bis 3 Meßbereichen hergestellt werden. Für die Messung kleinerer Beleuchtungstärken wird eine andere Type mit den Meßbereichen 30, 150 und 300 Lux geliefert. *fi*

Bahnen und Fahrzeuge.

Eine neue italienische Elektromobilkonstruktion. — Der italienische Ingenieur Gino Turrinelli hat einen elektrischen Akkumulator-Kraftwagen herausgebracht, bei dem die Ausführung und Anordnung der Treibachse, die Art der Federung, der Fahrschalter und die Bremsvorrichtung bemerkenswert sind. Die Konstruktion ist unter dem Gesichtspunkt denkbarster Schonung aller Teile, auch der Batterie durchgeführt, und es wurde deshalb auf gute Abfederung des Rahmens größter Wert gelegt.

Der Antrieb erfolgt durch zwei Hauptstrommotoren, deren Gehäuse, starr miteinander verbunden, die Treibachse (Hinterachse) bilden, während die Anker ihre Bewegung innerhalb der Hinterräder durch entsprechende Zahnraduntersetzung auf diese übertragen (Abb. 4). Die Umdrehungszahlen der Motoren liegen bei 2000/min und darüber. Der Schub der Treibräder wird durch die Federn auf den Rahmen übertragen. Die Federn sind halbelliptische Blattfedern, an der Vorderseite von festen Federhänden gehalten und an der Rückseite gleitend am Rahmen gelagert. Dadurch wird in besonderem Maße die

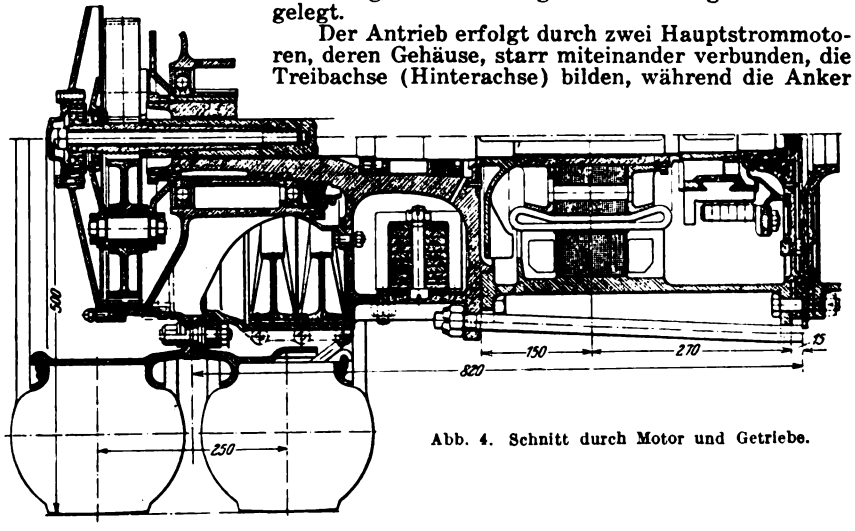


Abb. 4. Schnitt durch Motor und Getriebe.

Digitized by Google

Fernhaltung aller Stöße der Straße und der Bewegung des Getriebes vom Rahmen und der Batterie erreicht. Die ganze Hinterachse kann nach Lösen von 4 Federbolzen nach hinten aus dem Wagen herausgefahren werden.

Der Fahrschalter ist so eingerichtet, daß die Motoren hintereinander und parallel geschaltet werden können. Die Schaltung erfolgt durch Fußhebel mit Hilfe eines selbsttätig blockierten Schalters, der unter Strom nicht bewegt werden kann. Dadurch wird die Entstehung von Unterbrechungsfunken an den Fahrkontakten vermieden und eine Blasspule überflüssig.

Die Bremsung erfolgt durch eine patentierte Druckluft-Vierradbremse mit Vorkehrung für die gleichmäßige Abnutzung der Bremsbacken.

Als besonderer Vorteil wird die Unabhängigkeit der Motoreneinrichtung, also der gesamten Hinterachs-Anordnung von jedem anderen Teil des Unterrahmens hervorgehoben, die es ermöglicht, ohne weiteres Benzinwagen-Rahmen, die in großen Serien hergestellt und deshalb billig angefertigt werden können, für den Bau des Wagens zu benutzen. Außerdem ist die Treibachse in der beschriebenen Form auch für Fahrdraht-Fahrzeuge und dieselelektrische Fahrzeuge zu verwenden.

Der Wirkungsgrad des Turrinelli-Systems wird als sehr günstig bezeichnet und der Energieverbrauch je nach Größe der Fahrzeuge mit 42 ··· 60 Wh/tkm angegeben.

In Deutschland wird bei elektrischen Akkumulator-Kraftwagen, weniger bei Elektrokarren, der Einmotoren-Antrieb bevorzugt, bei dem der Motor am abgefederten Rahmen aufgehängt wird, hauptsächlich deshalb, weil bei zwei Motoren nach Beschädigungen und Wiederherstellung des einen Motors dieser mit dem unbeschädigten sorgfältig elektrisch ausbalanciert werden muß, was sehr schwierig ist. Diese Ausbalancierung ist aber nötig, um zu vermeiden, daß die beiden Motoren fernerhin ungleiche Belastung aufnehmen und dadurch neue Störungen veranlassen.

Die Abfederung des Rahmens durch halbelliptische Blattfedern mit vorn festen und hinten gleitenden Federenden ist nicht neu und in Deutschland schon vor Jahren angewendet. Die deutsche Anordnung mit nur einem Motor steht hinter der vorbeschriebenen mit zwei Motoren, was den Wirkungsgrad und den Energieverbrauch anbetrifft, nicht zurück, denn es ist schon vor Jahren bei den deutschen 5 t-Lastwagen mit voller Last ein Energieverbrauch von 42 Wh/tkm und bei den 2½ t-Wagen ein solcher von 55 Wh/tkm nachgewiesen worden. (Engg. Bd. 133, S. 185, R. Gourjon, Rev. gén. Électr. Bd. 31, S. 316.) *Rgr.*

Hebezeuge und Massenförderungen.

Elektrische Streckenbeleuchtung im Zusammenhang mit der Auslöse- und Signalvorrichtung für ein Förderband. — Auf verschiedenen Schachtanlagen des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbezirks wurde in einer Anzahl von Bandantrieben eine elektrische Streckenbeleuchtung eingeführt, die in Verbindung mit einer Auslöse- und Signalvorrichtung für ein Förderband geschaltet ist. In der Strecke befinden sich Zugkontakte, die durch Zugseile bedient werden. Sie halten den Stromkreis für die Beleuchtung, die Auslösung und die Signale dauernd eingeschaltet. Durch Ziehen am Seil wird der Stromkreis unterbrochen und nach Loslassen des Seiles sofort wieder geschlossen. Es können hierdurch beliebige Lichtsignale gegeben werden. An jedem Motor befindet sich ein Kontaktrelais, das von demselben Stromkreis gespeist wird. Mit der Ausschaltung der Lampen fallen auch die Kontaktrelais ab. Dadurch lösen diese je ihren zugehörigen Schalter aus und schließen einen neuen Kontakt für ein Hupensignal. Die Motoren können nur von Hand wieder eingeschaltet werden, während sich die Beleuchtung sofort nach dem Loslassen des Zugseils wieder einschaltet. (Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., Bd. 80, S. B 27.) *Sgm.*

Bergbau und Hütte.

Die elektrische Reinigung der Gase beim Rösten von Zinkblende. — Die Einführung des elektrischen Gasreinigungsverfahrens auf den Werken der Société de la Vieille Montagne in Belgien steht in engem Zusammenhang mit dem Röstverfahren. Früher erfolgte die Aufbereitung der zu röstenden Zinkblende durch Zerkleinern und Mahlen, heute vorwiegend durch Flotation, ferner wird das Rösten heute mechanisch vorgenommen; diese Umstände haben einen größeren Staubgehalt in den Gasen zur Folge als früher, so daß sich besondere Reinigungsverfahren als notwendig erwiesen, zumal von den für die Schwefelsäure zu verwendenden Gasen ein hoher Reinigungsgrad verlangt wird. Das gewählte elektrische Verfahren zerfällt in 2 Abschnitte: die erste Reinigung erfolgt vor, die zweite nach der Abkühlung der Gase. Die erste Reinigung ist ein Trockenverfahren, die zweite, die das Gas hauptsächlich vom Arsen zu befreien hat, ein Naßverfahren. Die elektrische Entstaubungsanlage übernimmt demnach die Behandlung der Gase nach ihrem Austritt aus dem Ofen, nachdem die Gase vorher mit sehr geringer Geschwindigkeit durch eine leere Kammer gezogen sind und die gröbsten Staubteile durch ihre Schwere auf den Kammerboden gefallen sind. Diese Ausscheidung der gröberen Staubteile erleichtert die elektrische Reinigung, da diese sich nunmehr nur auf die feinen Staubteile beschränken kann. Von der genannten Kammer aus gelangen die Gase von unten in die elektrische Reinigungskammer und steigen von unten nach oben. Bei den hier ausgeschiedenen Staubteilen handelt es sich einerseits um eine halbgeröstete Zinkblende, die reich an Blei und arm an Zink ist, anderseits um einen zinksulfat- und bleihaltigen Staub. Die Temperatur des Staubes beträgt bei der elektrischen Reinigung noch 400 ··· 500 ° C. Wenn auch die Gase zum größten Teil entstaubt sind, so enthalten sie noch Arsenteile, für die eine besondere Reinigung vorgesehen werden muß. Von der elektrischen Reinigungsanlage aus leitet man die Gase durch einen Kühlturm und eine Reihe von Kühlschlangen, wodurch die Temperatur auf 90 ° C sinkt. Aus der Kühlanlage gelangen die Gase zum Turm für die erste elektrische Entarsenung, indem die Gase von unten nach oben steigen und dabei von einem Sprühregen aus Wasser und Säure getroffen werden. Diese elektrische Reinigung des Gases vom Arsen auf nassem Wege erweist sich bereits als wirksam, genügt aber noch nicht für Vertilgung der letzten Spuren von Arsen im Gas, die nach der ersten elektrischen Entarsenung noch im Gas vorhanden sind. Diese sehr feinen Arsenteilchen und auch noch einige Verunreinigungen, die bisher dem elektrischen Filter entgangen sind, müssen daher noch auf eine besondere Weise ausgeschieden werden. Dies geschieht zunächst dadurch, daß die Gase nach der ersten elektrischen Entarsenung von unten nach oben durch einen Turm ziehen und hier von Wasser getroffen werden; in diesem Turm wird vor allem das im Gas noch befindliche Fluor ausgeschieden. Schließlich ist neben diesem Turm eine weitere elektrische Einrichtung für die zweite Entarsenung aufgestellt, die an sich nicht mehr notwendig ist, da das Gas schon genügend gereinigt ist, sondern nur zur Sicherheit und für ungewöhnliche Betriebsbedingungen vorgesehen wurde. Das Ganze sichert ein Gas von sehr beachtbarer Reinheit, das vor allem von Arsen frei ist. (Chim. et Ind. Bd. 25, Sonderheft 3, S. 511.) *Kp.*

Fernmeldetechnik.

Kleines Wörterbuch der Röhrentechnik. — Die in den Rundfunkempfängern verwendeten Röhren haben verschiedene Bezeichnungen, die im folgenden erklärt werden sollen.

Eine Triode ist eine gewöhnliche Elektronenröhre mit 3 Elektroden, wie sie seit Beginn des Rundfunks im Empfängerbau allgemein verwendet werden. Die Weiterentwicklung der Röhrentechnik führt zur Schirmgitterröhre.

Die Schirmgitterröhre, für die besonderen Zwecke des Fernempfangs gebaut, trägt heute den Namen Tetrode, eine Bezeichnung, die auf die 4 Elektroden dieser Röhre hindeutet.

Neben den Röhren für den Fernempfang benötigt man aber auch Röhren, die den Lautsprecher mit Energie versorgen müssen. Es sind dies Schirmgitterröhren mit einer zusätzlichen Elektrode, die aber nach außen keinen Anschluß besitzt; diese Fünf-Elektroden-Röhre trägt die Bezeichnung Penthode. Neuerdings wird diese Röhre auch mit gutem Erfolg für die Zwecke des Fernempfangs verwendet; sie heißt dann „Hochfrequenz-Penthode".

Als neueste deutsche Erfindung auf dem Gebiete der Elektronenröhren ist eine Konstruktion anzusprechen, die 6 Elektroden besitzt und darum Hexode heißt. Diese Röhre erscheint in zwei Sonderausführungen ausschließlich für die Verwendung in Hochleistungsempfängern. Ihre Aufgabe ist es, diese Empfänger in ihrem konstruktiven Aufbau zu vereinfachen und damit zu verbilligen.

Die vom Sender gelieferte Energie ist nur durch besondere Schaltmaßnahmen im Empfänger hörbar zu machen. Während man vordem für diese Hörbarmachung das „Audion" oder gar „Kraftaudion" verwendet hat, baut man heute in Trioden und Tetroden eine kleine Gleichrich-

Digitized by Google

terstrecke, die den Namen Diode führt, ein und bezeichnet die Kombination einer Diode mit einer der vorbezeichneten beiden Röhren als Binode.

Die neuen Röhrentypen unterscheiden sich von den in Rundfunkhörer-Kreisen bekannten Typen der letzten Jahre nicht durch eine erhöhte Leistungsfähigkeit, sondern sind — wie schon erwähnt — nur dazu da, der Apparateindustrie den Weg zur Verbilligung guter Empfänger zu weisen. *Blr.*

Groß-Rundfunksender Wien. — Als Standort für den Groß-Rundfunksender Wien[1] wählte die Ravag nach eingehenden Feldstärkemessungen unter Zuhilfenahme eines fahrbaren Versuchsenders den Bisamberg, etwa 14 km nördlich von der Mitte der Stadt Wien. Da aber Wien am östlichen Rand des österreichischen Bundesstaates liegt, ist die Antennenanlage so vorgesehen, daß sie nicht, wie sonst üblich, nach allen Seiten gleichmäßig, sondern nach Westen mehr als nach Osten strahlt. Erreicht wird dies durch Verwendung zweier Antennen, die 125 m voneinander entfernt sind. Als Antennen dienen zwei verzinkte Eisengittermaste[2] von je 130 m Höhe in Form einer Doppelpyramide, die von der Mitte aus nach vier Seiten mit unterteilten Stahlseilen abgespannt sind (s. Abb. 5). Der eine Mast wird vom Sender her über eine

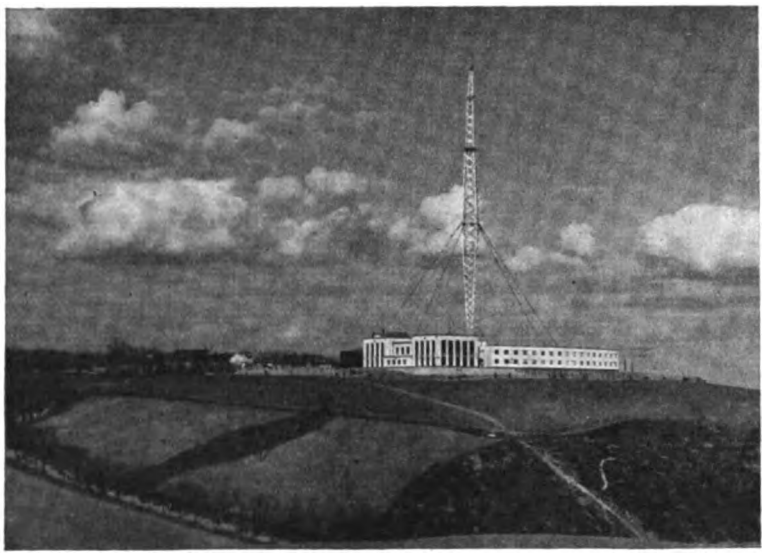


Abb. 5. Gesamtansicht des Großsenders Wien

Energieleitung (konzentrische Rohrleitung) erregt und dient als eigentlicher Strahler, er schwingt in ¼ Wellenlänge. Die Kopplungs- und Abstimmittel befinden sich in einem kleinen Häuschen dicht bei dem Mast. Der andere Mast wird strahlungsgekoppelt und dient als Reflektor. An Stelle einer Erdung hat jeder Mast ein Gegengewicht erhalten. Die beiden Gegengewichte sind nicht miteinander verbunden.

Der neue Sender hat eine Telephonieleistung von 100 kW und einen Modulationsgrad von 100 %. Er hat 7 Stufen und wird mit Hilfe eines Vakuumquarzes gesteuert, dessen Temperatur mit einem Brückenthermostaten konstant gehalten wird. Die Modulation findet nach dem Gitterwechselspannungs-Verfahren in der 5. Stufe statt. Die letzte Stufe ist mit zwei in Gegentakt arbeitenden Großleistungsröhren von je 300 kW ausgerüstet, die bereits seit einigen Monaten beim Deutschlandsender mit Erfolg verwendet werden. Zur Verringerung der Oberwellen folgt auf den Schwingungskreis der letzten Stufe ein Sekundärkreis und ein durch die Energieleitung und Abstimmittel gebildeter Tertiärkreis. Die ersten beiden Stufen und das Modulationsgerät sind gepanzert und in Gestellform ausgeführt. Die übrigen Senderstufen und Kreise sind offen aufgebaut.

Die Überwachung des Senders geschieht von einem im Senderraum aufgestellten Schaltpult aus, das alle wichtigen Instrumente und Überwachungsgeräte enthält. Endverstärker, Aussteuerungsmesser, Pegelschreiber, Hochfrequenz-Gleichrichter und Verstärker für Lautsprecherüberwachung sind in Gestellform gemeinsam mit den bereits erwähnten Senderstufen 1 und 2 und dem Modulationsgerät rechts und links vom Schaltpult aufgestellt.

Als Anodenstromquelle für die 12 000 V-Stufen dient ein gittergesteuerter Quecksilberdampf-Gleichrichter in Eisengehäuse der Siemens-Schuckertwerke, als Vorrat ein Glaskolben-Quecksilberdampf-Gleichrichter (Elin AG.). Alle Röhren erhalten ihren Heizstrom aus einer Gleichstrommaschine, nur die beiden 300 kW-Röhren werden über je einen Transformator unmittelbar aus dem Netz geheizt.

Der Sender besitzt eine eigene Kraftanlage, die aus 3 Dieselgeneratoren besteht. Bei voller Senderleistung müssen 2 Dieselgeneratoren in Betrieb sein. Die Generatoren liefern Drehstrom von 380 V. Die Rückkühlanlage ist in gleicher Weise wie bei den deutschen Großsendern nach dem Zweikreissystem durchgebildet. Die Senderanlage wurde von der Firma Telefunken erbaut und in Betrieb gesetzt. *Sm.*

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 1231.

[2] Z. Z. ist erst der eine Mast fertiggestellt.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Wirkung der Sekundärelektronen auf den statischen Arbeitszustand der Eingitterröhre. — Bei positiver Gitterspannung können in Dreielektrodenröhren Sekundärelektronen auftreten. Das Verhältnis der Zahl der Sekundärelektronen, die an einer Elektrode auftreten, zu der Zahl der sie bedingenden Primärelektronen wird als Intensitätskoeffizient (S) bezeichnet. Ein Teil der Sekundärelektronen, die an einer Elektrode erzeugt werden, kehrt zu dieser Elektrode zurück, der Rest geht zu einer anderen Elektrode. Dieser Rest wird auf die gesamt erzeugten Sekundärelektronen bezogen, und das Verhältnis wird als Evidenzkoeffizient W bezeichnet. Mit Hilfe der beiden genannten Koeffizienten wird der Einfluß der Sekundärelektronen auf die Stromverteilung der Dreielektrodenrohre beschrieben.

Betrachtet man die Kennlinie, welche den Gitterstrom in Abhängigkeit von der Gitterspannung darstellt, wobei Heiz- und Anodenspannung konstant sind, so kann man, wenn der Intensitätskoeffizient des Gitters groß genug ist, eine Anodenspannung finden, bei der die Kennlinie die Abszisse als Tangente berührt (kritische Anodenspannung E_{ak}). Ist die Anodenspannung größer als dieses E_{ak}, so schneidet die Kennlinie die Abszisse zweimal (bei den Nullstrompotentialen E_{g_0} und E'_{g_0}). Unter sonst gleichen Umständen hängt die kritische Anodenspannung E_{ka} von den Bearbeitungsmethoden der Röhre, insbesondere von der Art der Entgasung ab. Sie ist besonders klein, wenn das Gitter mit Alkalioxyden oder oder Erdalkalimetallen überzogen ist.

Es wird der Begriff des „Blocking" besprochen. Dies tritt unter gewissen Bedingungen beim Ausschalten des Gitters ein, z. B. wenn bei einer Anodenspannung, die höher als die kritische ist, das Gitter vor dem Abschalten auf ein höheres Potential als das Nullstrompotential ($E_g > E'_{g_0}$) gebracht wurde. Blocking ist der Zustand $E_g = E'_{g_0}$, bei dem also bei endlicher Spannung der Strom Null ist (E'_{g_0} ist das zweite Nullstrompotential). Will man diese Blockingerscheinung vermeiden, so braucht man nur auf eine andere Anodenspannung überzugehen, bei der die Kennlinie, die die Abhängigkeit des Gitterstromes von der Gitterspannung darstellt, die Abszisse außer bei der Gtterspannung Null nicht mehr schneidet. Blocking kann auch eintreten, wenn der Isolationswiderstand zwischen Gitter und Anode nicht hoch genug ist. In diesem Fall braucht dem Gitter vorher durchaus kein Potential höher als E_{g_0} aufgedrückt worden zu sein, vielmehr tritt hier Blocking ein, wenn man vor dem Anschalten der Heizspannung eine Anodenspannung angeschaltet hat, die höher als die kritische Anodenspannung ist. Besonders schädlich kann das Blocking beim Öffnen des Gittertasters bei Senderöhren sein.

Auch bei angeschaltetem Gitter kann Blocking eintreten. Der vorhin besprochene Fall des Blocking bei freiem Gitter stellt nur einen Sonderfall davon dar. Nennt man $-\bar{R}_g$ den negativen Wechselstromwiderstand der Kennlinie $I_g = f(E_g)$, so tritt bei einer Dreielektrodenröhre auch dann Blocking ein, wenn dem Gitter ein

Digitized by Google

Außenpotential E durch einen Ohmschen Widerstand R erteilt wird, der größer als $-\bar{R}_g$ ist. — Änderung der den Arbeitszustand der Röhre bestimmenden angelegten Anodenspannung, der Heizspannung, der Gitterspannung sowie des Außenwiderstandes R können Blocking herbeiführen. Vorstehende Überlegungen gelten entsprechend bei Vertauschung von Gitter und Anode.

Als Mittel zur Erschwerung des Auftretens des Blockings werden angegeben: a) Verringerung des äußeren Widerstandes R der Elektroden, die Sekundärelektronen emittieren, b) Umwandlung der steil fallenden Charakteristik in eine mehrfach fallende, c) Überlagerung der fallenden Charakteristik einer Röhre mit einer geeigneten anderen Charakteristik. (S. A. Obolensky, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, H. 12, S. 834.) *Fks.*

Über die Magnetisierbarkeit von Mischkörpern. — Bei Vorhandensein mehrerer ferromagnetischer Teile in einem Magnetfeld, wie z. B. im Falle eines Mischkörpers von künstlichem oder natürlichem Aufbau, spielt außer der Form des Probekörpers und dessen Lage in bezug auf die Feldrichtung auch der gegenseitige Abstand der ferromagnetischen Einschlüsse eine Rolle. Bei genügend großen Abständen voneinander beeinflussen sich die ferromagnetischen Teile gegenseitig nicht. Jedes Eisenteilchen wird so magnetisiert, als wenn es allein vorhanden wäre. Werden die Abstände aber kleiner, so macht sich eine Art Packungseffekt bemerkbar, dessen Größe von der Probengestalt abhängt.

Die Prüfung einer Anordnung von Würfeln oder Kugeln in einer Reihe in Richtung des Magnetfeldes einer magnetischen Waage ergibt, daß die gegenseitige Einwirkung der Teile aufhört, sobald der Abstand der Mittelpunkte zweier Eisenteile größer oder gleich dem 1,6 ··· 2fachen von deren Durchmesser ist. Hierbei wird vorausgesetzt, daß es sich um die Magnetisierung von Mischkörpern handelt, deren äußere Form säulenförmig ist und deren innere Form — darunter wird die Gestalt der eingelagerten Eisenteilchen verstanden — würfel- oder kugelförmig ist. Für den Fall, daß äußere und innere Form des Mischkörpers übereinstimmen, bleibt der Entmagnetisierungsfaktor und damit die wirkliche Feldstärke für alle Eisengehalte gleich. Das hat zur Folge, daß die auf die Gewichtseinheit Eisen umgerechnete magnetische Kraft unabhängig von der mehr oder weniger dichten Anordnung der Eisenteile ist.

An weiteren Beispielen wird der Gesamtverlauf der Magnetisierungskurve in Abhängigkeit von der Form der ferromagnetischen Einschlüsse gezeigt. Es ergibt sich, daß aus der Gestalt der Magnetisierungskurven ein Schluß auf die Form der magnetischen Einlagerungen gezogen werden kann. Die charakteristische Form der Magnetisierungskurve wird noch ausgeprägter, wenn Eisenstäbchen eingelagert sind, die weitgehend die gleiche Richtung haben. Solche Anordnungen treten beim Walzen geeigneter Werkstoffe auf. Von entsprechenden, an einer Eisen-Kupfer-Legierung mit etwa 2 % Eisen durchgeführten Versuchen wird berichtet. (E. Gerold, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 3, S. 168.)

Verschiedenes.

Tagung des Ausschusses für mechanische Schwingungen, Frankfurt a. M. — Am 9. und 10. VI. d. J. tagte in Frankfurt a. M. der Ausschuß für mechanische Schwingungen des Vereins deutscher Ingenieure.

Die Frage der Schwingungsfestigkeit behandelten Laute, Dahlem, und Föppl, Behrens, Dusold, Braunschweig. Von praktischer Bedeutung ist die Feststellung, daß die Druckschwellfestigkeit — Belastung zwischen Null und einem Höchstdruck — bis zu 40 % höher ist als die Zugschwellfestigkeit, gleichzeitig wird eine größere Unempfindlichkeit gegen Korrosion und Oberflächenverletzungen bei Druckbeanspruchung beobachtet.

Mehrere Vorträge zeigten mit Schwingungsprüfmaschinen[1] auf verschiedenen Gebieten erzielte Ergebnisse. Waas, Berlin, berichtete über derartige Messungen an Schiffskörpern, Lorenz, Berlin, über dynamische Messungen an Bettungen und deren Auswertung[2]. Schaub, Frankfurt, wies auf die Wichtigkeit solcher Messungen an Werkzeugmaschinen, insbesondere an Schleifmaschinen, hin. Ferner zeigte die lebhafte Diskussion der Messungen von W. Hort[1], Berlin, und Risch, Hannover, über die Wirksamkeit von Schutzgräben um Gebäude gegen Verkehrserschütterungen, daß nur systematische Versuche mit künstlichen, reproduzierbaren Erschütterungen die vielfältigen Fragen der Bodendynamik lösen werden.

Dem Vorbild der Elektrotechnik folgend, gewinnt die übersichtliche Vektordarstellung immer mehr an Interesse. So sprach Prager, Göttingen, über die zeichnerische Behandlung von Schwingungsvorgängen, Späth, Wuppertal, machte ergänzende Ausführungen über die Vektordarstellung erzwungener Schwingungen. Menges, Frankfurt, untersuchte den Wert einer Dämpfung zwischen Fundament und Untergrund und kommt zu ähnlichen Ergebnissen wie E. H. Hull. Ehlers, Frankfurt, berichtet über Schwingungsmessungen an Turbinenfundamenten und unterstreicht die Wichtigkeit von dynamischen Untersuchungen an Betonkörpern. Über Schwingungserscheinungen in elastischen Kupplungen sprach Geiger, Augsburg. Schmalz, Offenbach, wies auf den Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit von aufeinander gleitenden Teilen im Hinblick auf die Entstehung von Reibschwingungen, z. B. in Zahnradgetrieben, hin. Ein von Zeiss in Jena hergestelltes Gerät zur Untersuchung der Rauhigkeit von Oberflächen wurde vorgeführt. Reiher, Stuttgart, berichtete über das schwierige Gebiet der Empfindlichkeit des Menschen gegen Erschütterungen und Stöße, Menges, Frankfurt, gab einen Überblick über den Stand der Physik des Hörens.

Die unter Leitung des Obmannes W. Hort, Berlin, stehende Tagung ermöglicht zwei grundsätzliche Feststellungen. Das Gebiet der Werkstoffprüfung durch dynamische Untersuchung kleiner Probestäbe ist heute wenigstens in großen Zügen abgesteckt, das Hauptinteresse wendet sich jetzt der dynamischen Untersuchung naturgroßer Bauteile zu[2], wo, insbesondere zusammen mit der Frage des Kraftflusses in Schweiß- und Nietverbindungen, noch grundsätzliche Aufgaben der Lösung harren. Zweitens können erfreuliche Fortschritte in der Untersuchung schwieriger Schwingungsprobleme der Technik festgestellt werden, dank der Entwicklung geeigneter Meßeinrichtungen, wozu heute Schwingungs- und Beschleunigungsmesser zur Messung der Schwingungsgrößen, Schwingungsprüfmaschinen zur Schaffung klarer Versuchsbedingungen und in steigendem Maß auch Phasenmesser zur Beobachtung der Phasenverhältnisse gehören[3]. *Sp.*

Kuratoriumsitzung der Technisch-Wissenschaftlichen Lehrmittelzentrale (TWL). — Der in der Kuratoriumsitzung am 28. IV. erstattete Jahresbericht zeigte, daß trotz der Ungunst der Zeit die TWL ihre Arbeit erfolgreich weiterführt und vor allem bemüht bleibt, bei der Herausgabe technischer Lichtbilder ebenso wie bei Schaffung pädagogisch wertvoller Lehrmodelle beispielgebend zu wirken. Im vergangenen Jahr sind wieder zahlreiche neue Bildreihen entstanden und ältere Reihen dem heutigen Stande der Technik angepaßt worden. Die reichhaltige Sammlung mustergültiger Darstellungen wird später einmal eine Fundgrube für Untersuchungen über die Entwicklung der Technik bilden. Für Unterrichts- und Vortragszwecke ist sie im letzten Jahr wieder in erfreulich starkem Maße in Anspruch genommen worden. Bei Auflagen von etwa 15 ··· 20 Stück an, wie sie bei zentraler Beschaffung durch Behörden oder Industriefirmen möglich sind, hat die Herstellung der Diapositive durch ein neues Verfahren außerordentlich verbilligt werden können. Die TWL-Bilder finden ihren Weg mehr und mehr auch in Lehrbücher und werden u. a. für die neue „Schriftenreihe Ingenieurbildung" verwendet. Die TWL ist auch an den Bestrebungen beteiligt, Schule und Wirtschaft einander näher zu bringen und damit der oft verständnislosen oder gar feindlichen Einstellung des jungen Nachwuchses zu Technik und Industrie entgegenzuwirken.

of

Energiewirtschaft.

Die Elektrisierung der deutschen Haushaltungen. — Die Elektrisierung der Haushaltungen ist in Deutschland etwas weiter gediehen und hat hier größere Fortschritte gemacht als in den Vereinigten Staaten. Die Betriebstatistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke[4] bringt folgende Zahlen, die sich freilich nur auf das unmittelbar versorgte Gebiet beziehen, das im Jahre 1931 50,35 Mill Einwohner umfaßte:

---

[1] W. Späth, ETZ 1933, S. 519.
[2] A. Hertwig, Baugrundforschung Z. VDI Bd. 77, S. 550 (1933).

[1] W. Hort, Bautechn. 1932, H. 10.
[2] G. Schaper, Z. VDI Bd. 77, S. 556 (1933).
[3] W. Späth, ETZ 1933, S. 10.
[4] Rohrbeck, Elektr.-Wirtsch. Bd. 32, S. 65 (1933).

Digitized by Google

Jahr	Gesamtzahl der Haushaltungen Mill	davon elektrisiert Mill	in Prozent
1925	11,22	6,33	56
1928	12,37	8,55	69
1929	12,44	9,06	73
1930	12,52	9,60	76,5
1931	12,70	9,99	78,5

Ob diese Zahlen proportional auf das nicht unmittelbar versorgte Gebiet zu erweitern sind, erscheint zweifelhaft, denn nicht selten ist dort weder die Werbearbeit noch die Tarifpolitik so auf der Höhe wie im von den Elektrizitätswerken unmittelbar bearbeiteten Gebiet, so daß sich die Prozentzahlen wohl etwas verkleinern können. Immerhin sind die Zahlen hoch, worauf Electr. Wld., N.Y. (Bd. 101, S. 294) hinweist. Im Jahre 1925 wiesen die Vereinigten Staaten denselben Prozentsatz elektrisierter Haushaltungen auf, er hatte sich bis 1930 aber nur auf 70 % erhöht. Die deutschen Elektrizitätswerke haben gewaltige Anstrengungen gemacht, um ihre Belastung zu erhöhen, allerdings sind hier auch die Voraussetzungen der Elektrisierung, namentlich auf dem flachen Lande, günstiger als in V. S. Amerika, weil die ländliche Bevölkerung in Dörfern statt in weit voneinander entfernten Farmen wohnt und diesseits des Ozeans ein Gegenstück für die Präriestaaten mit ihren weit voneinander entfernten Ortschaften und Städten überhaupt nicht vorhanden ist. *Ha.*

AUS LETZTER ZEIT.

Neue 100 kV-Leitung in Pommern. — Die Versorgung Vorpommerns mit elektrischer Energie geschieht zum großen Teil durch Strom aus dem mitteldeutschen Braunkohlengebiet (Finkenheerd); Übergabestelle ist das Freiluft-Unterwerk Pasewalk. Da der Energiebedarf gewachsen ist, wird die Überlandzentrale Pommern AG. ein weiteres Freiluftwerk in Greifswald errichten und die jetzt von Pasewalk nach Greifswald führende 40 kV-Einfachleitung zur 100 kV-Doppelleitung (6 · 95 mm² Cu) ausbauen. Das Gestänge der Leitung braucht bis auf ein kurzes Stück bei Anklam nicht erneuert zu werden, weil es bereits 1926 bei Errichtung der Linie für den späteren Übergang auf 100 kV bemessen worden war. Die Strecke von Greifswald nach Stralsund wird mit 40 kV, aber ebenfalls als Doppelleitung betrieben werden.

Elektrische Verbindungsbahn in Berlin. — Im Rahmen der Arbeitsbeschaffung ist jetzt in Berlin ein Plan wieder aufgegriffen worden, der seit einigen Jahrzehnten lebhaft diskutiert wird und darin besteht, die Fernbahnhöfe in Berlin durch unterirdisch geführte, elektrisch betriebene Strecken untereinander zu verbinden. Diese Verbindungsbahn, welche die drei wichtigsten und verkehrsreichsten Kopfbahnhöfe Berlins, nämlich den Anhalter, Potsdamer und Stettiner Bahnhof untereinander und zugleich mit dem Hauptbahnhof der Ost-West-Strecke, d. h. dem Bahnhof Friedrichstraße, verbindet, bildet also ähnlich wie die Metropolitan-District-Bahn in London eine Art Zentralbahnhof. Sie wird nicht nur dem Fernverkehr, sondern in hohem Maße auch dem Ortsverkehr dienen. Die Reichsbahn-Gesellschaft hat das Projekt nun vorgelegt und hofft es in 4 Jahren durchführen zu können.

Einigung im Patentstreit zwischen Klangfilm und Lorenz. — Die Klangfilm G. m. b. H, C. Lorenz, Tonfilmapparate G. m. b. H. und Kinoton AG. teilen mit, daß die bekannten Patentstreitigkeiten wegen der Tonfilm-Wiedergabeapparaturen durch einen Gesamtvergleich unter den genannten Firmen beigelegt sind. Im Rahmen dieses Vergleichs ist die zukünftige Patentlage zwischen Klangfilm und Lorenz-Kinoton derart geregelt, daß die von jeder der beiden Gruppen zukünftig gelieferten Apparaturen als einwandfrei patentrein anzusehen sind. Jede der beteiligten Firmen hat wesentliche Interessen zurückstellen müssen, um die für die Kinotheaterbesitzer bestehende Ungewißheit auf dem Patentgebiet nicht weiter bis zum Ausgang der langwierigen, nunmehr verglichenen Prozesse bestehen zu lassen.

Senkung der Radioröhrenpreise. — Die Radioröhrenfabriken haben eine Senkung der Preise für Radioröhren beschlossen. Die neuen Preise, die für den Handel schon ab 1. VI. in Kraft getreten sind, gelten für den Kleinverkauf mit Wirkung vom 1. VII. Die Preisermäßigung beträgt z. B. bei den billigen Ersatzröhren für kleine Batterie- und Netzempfänger im Durchschnitt etwa 22 %. Auch die modernen hochwertigen Röhren für die neuzeitlichen Netzanschlußgeräte werden im Preise heruntergesetzt, und zwar im Durchschnitt um etwa 27 %. Bei den Schirmgitter- und Gleichrichterröhren beträgt die Senkung rd. 21 %.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II. Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Gesellschaftsfahrt zum Besuch der Elektrowärme-Ausstellung in Essen.

Um zahlreichen Wünschen Rechnung zu tragen, wird eine Gesellschaftsfahrt zum Besuch der Elektrowärme-Ausstellung in Essen und zurück veranstaltet.

Hinfahrt.

Abfahrt: Freitag, den 21. VII. um 23^{17} ab Berlin, Potsdamer Bahnhof.

Ankunft: Sonnabend, den 22. VII. um 7^{20} in Essen (Hauptbhf.).

Rückfahrt.

Ab Essen Hbf. am Montag, 24. VII. um 0^{21} Uhr; in Berlin am Montag, 24. VII. um 7^{54} Uhr Bahnhof Friedrichstraße.

Preis.

Bei 12 und mehr Teilnehmern (33⅓ % Ermäßigung) eine Fahrt: 22,80 RM (II. Kl. einschl. D-Zug-Zuschlag).

Bei 51 und mehr Teilnehmern (40 % Ermäßigung) eine Fahrt: 20,40 RM (II. Kl. einschl. D-Zug-Zuschlag).

Anmeldungen unter gleichzeitiger Bezahlung des Fahrpreises **bis spätestens 16. VII. nur** in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins (Bln.-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II), wo auch Auskunft erteilt wird.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär: Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommissionen für Errichtungsvorschriften I und II.

Entwurf 1.

VDE 0170/19..

Vorschriften für die Ausführung schlagwettergeschützter elektrischer Maschinen, Transformatoren und Geräte V.S.S.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.

II. Ausführung.

§ 3. Allgemeines.
§ 4. Anwendung von Kapselungen.
§ 5. Druckfeste Kapselung.
§ 6. Plattenschutzkapselung.
§ 7. Ölkapselung.
§ 8. Erhöhte Sicherheit.
§ 9. Schutz blanker Teile.
§ 10. Schraubkontakte.
§ 11. Verriegelungen.
§ 12. Leitungsanschlüsse.
§ 13. Kurzschlußläufermotoren.
§ 14. Metallwiderstände.
§ 15. Flüssigkeitsanlasser.
§ 16. Trennschalter.
§ 17. Ferngesteuerte Schaltgeräte und Selbstschalter.
§ 18. Wechselstrom-Hubmagnete.
§ 19. Steckvorrichtungen.

Digitized by Google

Bekanntmachungen.

Kommission für Handgeräte.

Die Kommission für Handgeräte hat beschlossen, in § 4 von

VDE 0715/1928

„Vorschriften für Christbaum-Beleuchtungen"

den Mindestquerschnitt für mehrdrähtige Fassungsadern auf 0,5 mm² herabzusetzen. Dieser Änderung hat bereits der Arbeitsausschuß der Kommission für Errichtungsvorschriften I zugestimmt.

Die Änderung von § 4 wird dem Vorstand zur Beschlußfassung vorgelegt werden.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 1. August 1933 an die Geschäftstelle des VDE einzureichen.

Kommissionen für Errichtungsvorschriften I und II.

Das den beiden Kommissionen für Errichtungsvorschriften I und II zugeordnete Bergwerkskomitee hat durch seinen Sonderausschuß „Schlagwetterschutz" die ab 1. Juli 1929 in Kraft befindlichen „Vorschriften für die Ausführung schlagwettergeschützter elektrischer Maschinen, Transformatoren und Geräte V.S.S." einer Neubearbeitung unterziehen lassen.

Diese Neufassung zeichnet sich neben verschiedenen in der Zwischenzeit als erforderlich befundenen Änderungen der bisherigen Bestimmungen durch eine Erweiterung auf Meßgeräte und Wandler aus.

Nachstehend wird Entwurf 1 zu

VDE 0170/19..

„Vorschriften für die Ausführung schlagwettergeschützter elektrischer Maschinen, Transformatoren und Geräte V. S. S."

bekanntgegeben.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 15. September 1933 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

§ 20. Schmelzsicherungen.
§ 21. Akkumulatoren.
§ 22. Leuchten.
§ 23. Glühlampenfassungen.
§ 24. Meßgeräte.
§ 25. Wandler.
§ 26. Sonderausführungen.

III. Kennzeichen.

§ 27.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften gelten für elektrische Maschinen, Transformatoren und Geräte, deren Herstellung nach dem . . . . . begonnen wird[1].

§ 2.

Geltungsbereich.

a) Diese Vorschriften gelten für alle elektrischen Maschinen, Transformatoren und Geräte, die in schlagwettergefährdeten Grubenräumen verwendet werden sollen.

b) Diese Vorschriften gelten nicht für:

1. tragbare elektrische Grubenlampen und elektrische Beleuchtungseinrichtungen von Markscheidergeräten,
2. solche Geräte, die mit einer Stromquelle betrieben werden, deren Kurzschlußfunken Schlagwetter nicht zünden.

In diesem Falle dürfen aber auch in dem Stromkreis der Geräte keine induktiven oder kapazitiven Wirkungen auftreten, die zur Entstehung gefährlicher Funken führen können.

[1] Angenommen durch . . . . . 19...

II. Ausführung.

§ 3.

Allgemeines.

a) Alle elektrischen Maschinen, Transformatoren und Geräte, die in schlagwettergefährdeten Grubenräumen verwendet werden sollen, müssen den Bestimmungen des VDE entsprechen, soweit nicht nachstehend besondere Bestimmungen getroffen sind.

§ 4.

Anwendung von Kapselungen.

a) Alle Teile von elektrischen Maschinen, Transformatoren und Geräten, an denen betriebsmäßig gefährliche Funken oder gefährliche Temperaturen oder Flammen auftreten können, sind nach §§ 5, 6 oder 7 schlagwettergeschützt einzukapseln.

§ 5.

Druckfeste Kapselung.

a) Die druckfeste Kapselung besteht in einem allseitig geschlossenen Gehäuse, das den nachstehenden Anforderungen entspricht.

b) Verwendet dürfen nur solche Werkstoffe werden, die mechanisch und chemisch genügend widerstandsfähig sind.

c) Alle Teile der Kapselung sind bei einem Rauminhalt

	für einen inneren Überdruck
von 0,025 ··· 0,1 l	von 1 at,
von mehr als 0,1 ··· 0,2 „	„ 2 „
„ „ „ 0,2 ··· 0,5 „	„ 3 „
„ „ „ 0,5 ··· 2 „	„ 6 „
„ „ „ 2 „	„ 8 „

zu bemessen. Bei Kapselungen mit weniger als 0,025 l (25 cm³) Rauminhalt genügt die sich aus Herstellungsgründen ergebende Festigkeit.

Bei Maschinen, Steckvorrichtungen und Batteriebehältern ist der nach Abzug der Einbauteile verbleibende Rauminhalt maßgebend.

d) Unterteilungen des gekapselten Raumes, die durch enge Öffnungen verbunden sind und deshalb zu höherem Überdruck Anlaß geben können, sind unzulässig.

e) Die Stoßstellen zusammengepaßter Kapsel- und Gehäuseteile sowie die Auflageflächen von Deckeln, Türen und Klappen sind zu bearbeiten, wenn die Oberflächengüte nicht mindestens der in DIN 140, Blatt 2 festgelegten Bearbeitung ▽ entspricht oder die Herstellungsgenauigkeit ein sattes Aufliegen der Flächen nicht gewährleistet.

f) Die Mindestbreite dieser Stoßstellen und Auflageflächen muß bei einem Rauminhalt des Gehäuses

bis 0,1 l	5 mm
von mehr als 0,1 ··· 0,2 „	6 „
„ „ „ 0,2 ··· 0,5 „	8 „
„ „ „ 0,5 ··· 2,0 „	15 „
„ „ „ 2,0 „	25 „

betragen. Bei abgesetzten Stoßstellen und Auflageflächen muß die Gesamtlänge des Kriechweges mindestens den vorstehenden Zahlen entsprechen. Die nicht mit Druck aufeinanderliegenden Teile des Kriechweges dürfen nicht mehr als 0,25 mm Spiel haben.

g) Die Verwendung von Dichtungsstoffen ist tunlichst zu vermeiden. Falls Dichtungsstoffe benutzt werden, müssen sie dem jeweils vorliegenden Verwendungszweck entsprechend genügend widerstandsfähig und haltbar und so angebracht sein, daß sie durch den Druck einer im gekapselten Raum stattfindenden Schlagwetterexplosion nicht herausgedrückt werden können.

Die Stoßstellen und Auflageflächen dürfen keinen Anstrich erhalten.

h) Werden Gehäuseteile dadurch zusammengehalten oder Gehäuseöffnungen dadurch verschlossen, daß ein Teil in einem anderen verschraubt ist, so müssen die beiden Teile mit mindestens 4 vollständigen Gewindegängen ineinandergreifen.

i) Schrauben dürfen in der Regel nicht durch die Gehäusewandung hindurchgeführt sein, sondern sollen in Sacklöchern enden. Wenn sie aber die Gehäusewandung durchdringen, müssen sie entweder bei verschlossener Kapselung unzugänglich oder so angebracht und befestigt sein, daß sie nur mit besonderen Hilfsmitteln herausgedreht werden können.

Wenn Schrauben durch die Gehäusewandung geführt sind, ohne in der Wandung selbst verschraubt zu sein, so muß in der Durchführung ein gewindeloser Teil des Schraubenbolzens liegen, für dessen Länge und Durch-

Digitized by Google

messerunterschied gegenüber dem Schraubenloch die unter m) angegebenen Grenzmaße gelten. Hiervon kann abgewichen werden, wenn zwischen Schraubenloch und Außenluft ein Kriechweg vorhanden ist, der den unter f) gegebenen Abmessungen für die Mindestbreite der Stoßstellen und Auflageflächen entspricht.

k) Der Abstand der Schraubenlöcher vom Innenrand des Gehäuses muß bei einer vorgeschriebenen Breite der Stoßstellen und Auflageflächen [siehe f)]

von 5 und 6	mm	mindestens	5	mm,
„ 8	„	„	6	„ ,
„ 15	„	„	8	„ ,
„ 25	„	„	10	„

betragen.

l) Verschraubungen, die zum Zusammenhalten oder zum Verschließen der Kapselung dienen, sind so zu sichern, daß sie sich im Betriebe nicht lockern können. Das Gleiche gilt für Schrauben, die für andere Zwecke bestimmt sind, aber die Gehäusewandung durchdringen.

Alle diese Schrauben dürfen, soweit sie von außen zugänglich sind, nur durch besondere Hilfsmittel lösbar sein.

m) Die Länge der Metalldurchführung bei Betätigungsachsen und -stangen muß bei einem Rauminhalt des Gehäuses

	bis zu 0,5 l	mindestens	10	mm,
von mehr als 0,5 ··· 2	„	„	20	„ ,
„ „ „ 2	„	„	25	„

betragen. Dabei darf der Unterschied der Durchmesser von Betätigungsachse oder -stange und Durchführung 0,25 mm nicht überschreiten.

n) Die Länge der Metalldurchführung für Wellen von Motoren muß mindestens 50 mm, der Unterschied der Durchmesser von Welle und Durchführung darf höchstens 0,5 mm betragen. Bei einer Durchführungslänge von mindestens 80 mm darf der Unterschied der Durchmesser von Welle und Durchführung bis zu 0,8 mm betragen.

Bei Motoren, die Wälzlager und nicht mehr als 2 l Rauminhalt haben, darf die Durchführungslänge der Welle bis auf 25 mm herabgesetzt werden, wenn der Durchmesserunterschied höchstens 0,4 mm beträgt.

Bei Labyrinthdurchführungen für Motorwellen müssen die Gesamtlänge des Kriechweges und die Spaltweiten vorstehenden Grenzwerten entsprechen. Als Kriechweg werden nur die Strecken gerechnet, auf denen die vorgeschriebenen Spaltweiten eingehalten sind.

o) Ölnuten dürfen keine Verbindung zwischen dem Inneren und dem Äußeren des Gehäuses bilden; sie müssen in einem gegenseitigen Abstand von mindestens 10 mm geführt werden. Außerdem müssen sie eine Unterbrechung von mindestens 10 mm haben, falls sie in der Längsrichtung verlaufen.

p) Die Leitungsdurchführungen müssen so abgedichtet sein, daß sie dem Druck einer im gekapselten Raum stattfindenden Schlagwetterexplosion sicher standhalten. Wenig haltbare Stoffe dürfen zur Abdichtung von Leitungsdurchführungen nicht verwendet werden. Das Durchführen von Gummischlauchleitungen durch die Gehäusewand und Leitungseinführungen mit Rohr sind nicht zulässig.

Für die Länge der Leitungsdurchführungen sind die unter f) für die Breite von Stoßstellen und Auflageflächen angegebenen Maße einzuhalten.

q) Bei Gehäusen mit Schiebe- oder Drehdeckel darf die Weite des Luftspaltes zwischen Gehäuse und Deckel, auch bei nicht festgeschraubtem Deckel, an keiner Stelle 0,5 mm überschreiten. Die Deckel müssen solche Befestigungen haben, daß der Luftspalt zwischen Gehäuse und Deckel auch nicht durch den Druck einer im gekapselten Raum stattfindenden Schlagwetterexplosion über 0,5 mm hinaus erweitert werden kann. Die Breite der bearbeiteten Auflagefläche muß mindestens 50 mm betragen.

Die Deckel sind derart zu sichern, daß sie nur mit besonderen Hilfsmitteln geöffnet werden können.

r) Schaugläser sind dem Rauminhalt des Kapselgehäuses entsprechend so stark zu bemessen, daß sie den unter c) angegebenen inneren Druckbeanspruchungen sicher gewachsen sind. Die Dicke der Glasscheiben muß bei einer Schaufläche bis zu 30 cm² mindestens 5 mm, bei größeren Schauflächen mindestens 10 mm betragen.

Die Glasscheiben müssen aus besonders widerstandsfähigem Glas bestehen.

Die zur Befestigung der Glasscheiben dienenden Mittel müssen gegen selbsttätiges Lockern gesichert und so beschaffen sein, daß sie keine gefährlichen Spannungen in den Glasscheiben verursachen können. Die Befestigung durch Kittung ist unzulässig.

Für die Abdichtung der Glasscheiben gegen die Gehäusewandungen dürfen nur widerstandsfähige Stoffe verwendet werden, die ein gutes Dauerverhalten der Abdichtung gewährleisten. Kitt, Gummi, Reinasbest und ähnliche, wenig haltbare Stoffe sind nur zum Füllen allseitig begrenzter Fugen zulässig.

§ 6.
Plattenschutzkapselung.

a) Die Plattenschutzkapselung besteht darin, daß an einem geschlossenen Gehäuse Öffnungen vorgesehen und an diesen Öffnungen Pakete von Metallplatten angebracht sind, die durch Zwischenlagen oder gleichwertige Mittel in einem bestimmten Abstand voneinander gehalten werden, so daß das Innere des Gehäuses nur durch die Luftspalte zwischen den Metallplatten mit der Außenluft in Verbindung steht.

b) Die Metallplatten müssen mindestens 50 mm breit und 0,5 mm dick sein und durch Zwischenlagen oder gleichwertige Mittel so auseinandergehalten werden, daß ihr Abstand (Spaltweite) höchstens 0,5 mm beträgt und nicht infolge Durchbiegung der Platten überschritten werden kann.

Bleche aus rostendem oder nicht säurefestem oder leicht schmelzendem Metall sind unzulässig.

c) Die Plattenpakete müssen auswechselbar, aber so angebracht sein, daß sie nur mit besonderen Hilfsmitteln ausgebaut werden können. Gegen zufällige Beschädigung und Verschmutzung sind geeignete Maßnahmen zu treffen.

d) Das Gehäuse muß so stark bemessen sein, daß es den Druck einer im gekapselten Raum stattfindenden Schlagwetterexplosion mit Sicherheit auszuhalten vermag.

e) Die Bestimmungen unter § 5 c), Ab. 2, ··· q) sind zu erfüllen.

§ 7.
Ölkapselung.

a) Die Ölkapselung besteht darin, daß das Gerät, soweit an ihm betriebsmäßig gefährliche Funken oder eine gefährliche Temperatur oder Flammen durch den elektrischen Strom auftreten können, in einen Behälter eingebaut ist, der mit einem VDE 0370 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Isolierölen für Transformatoren und Schalter R.E.Ö." entsprechenden Öl gefüllt ist.

b) Der Behälter muß so abgeschlossen sein, daß im betriebsfähigen Zustand Fremdkörper nicht hineinfallen können. Die in dem Behälter befindlichen blanken, Spannung führenden Teile dürfen für Unbefugte nicht zugänglich sein.

c) Der Abstand des Ölspiegels von funkenbildenden Teilen ist so reichlich zu bemessen, daß das Austreten von Funken oder Flammen aus dem Öl ausgeschlossen ist. Er muß mindestens 10 mm betragen.

d) Bei Ölschaltern mit Selbstauslösung ist die Ölstandshöhe so zu wählen oder die Schaltleistungsgrenze so festzusetzen, daß beim Abschalten eines Kurzschlusses ein Funken oder eine Flamme aus dem Öl nicht heraustreten kann.

e) Die erforderliche Höhe des Ölstandes ist durch eine Marke festzulegen.

f) Die Ölstandshöhe muß von außen ohne Lösen von Schrauben oder dgl. erkennbar sein. Die Anzeigevorrichtung ist so anzubringen, daß sie gegen Beschädigungen geschützt ist und nur mit besonderen Hilfsmitteln oder nur bei geöffnetem Gehäuse entfernt werden kann.

Bei Geräten, an denen betriebsmäßig Funken auftreten, sind aus dem Gehäuse herausstehende Ölstandsanzeiger, bei deren Beschädigung Öl auslaufen kann, nicht zulässig.

g) Schaugläser müssen aus widerstandsfähigem Glas bestehen und fest eingesetzt sein. Bei äußeren freien Glasflächen, die bis zu 30 mm hoch oder breit sind, ist die Wanddicke des Glases auf mindestens 3 mm zu bemessen. Für größere Glasflächen sind entsprechend dickere Gläser zu verwenden. Statt Glas darf auch ein anderer durchsichtiger Baustoff verwendet werden, falls er mindestens die gleiche Sicherheit bietet.

h) Ölablaßvorrichtungen müssen so eingerichtet sein, daß sie nur mit besonderen Hilfsmitteln geöffnet werden können. Ölablaßschrauben müssen gegen selbsttätiges Lockern gesichert sein.

i) Bei Schaltgeräten sollen Spannung führende Teile beim Durchtritt durch den Ölspiegel isoliert sein, wenn ihre Spannung mehr als 1000 V gegen Erde beträgt.

k) Schraubkontakte unter Öl sind gegen Lockern zu sichern.

l) Gehäuse von Schaltern sind so einzurichten, daß die beim Schalten entwickelten Ölgase entweichen können.

Digitized by Google

m) Öltransformatoren gelten als ölgekapselt, bedürfen also für die so gekapselten Teile der erhöhten Sicherheit nach § 8 a) 2 nicht.

n) Bei ortsveränderlichen Maschinen, Transformatoren und Geräten ist Ölkapselung unzulässig.

§ 8.

Erhöhte Sicherheit.

a) Solche Teile von Maschinen, Transformatoren und Geräten, an denen nur in außergewöhnlichen Fällen gefährliche Funken oder eine gefährliche Temperatur oder Flammen auftreten können und die nicht nach einer der unter §§ 5 ··· 7 aufgeführten Arten geschützt sind, erhalten eine erhöhte Sicherheit gegenüber normaler Bauart:

1. durch einen besonderen Schutz der unter Spannung stehenden Teile gegen Berühren und Beschädigen sowie gegen das Eindringen von Fremdkörpern und Tropfwasser (siehe VDE 0530/1930 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M.", § 19, II 2). Bei Schutzverkleidungen aus gelochtem Blech oder Drahtgeflecht darf die Loch- oder Maschenweite 8 mm nicht überschreiten. Belüftungsöffnungen sind in der gleichen Weise zu schützen;
2. durch Herabsetzen der für isolierte Wicklungen nach den einschlägigen Bestimmungen für Nennbetrieb zulässigen Erwärmung um 10 °;
3. durch Beschränken der betriebsmäßigen Höchsttemperatur unisolierter Wicklungen auf 200 °.

b) Asynchronmotoren erhalten den vergrößerten Luftspalt zwischen Ständer und Läufer, wie dieser nach DIN VDE 2650 oder 2651 für Drehstrommotoren angegeben ist. Dieses gilt nicht für Motoren mit Wälzlagern.

c) Bei Motoren zum Antrieb von Lüftern, die in eine Lutte eingebaut werden, darf mit Rücksicht auf die guten Abkühlungsverhältnisse von einer Herabsetzung der zulässigen Erwärmung der Wicklungen abgesehen werden.

§ 9.

Schutz blanker Teile.

a) Blanke, Spannung führende Teile an Maschinen, Transformatoren und Geräten müssen an diesen selbst so geschützt sein, daß sie für Unbefugte unzugänglich und auch nicht einer Berührung durch Fremdkörper, z. B. infolge Steinfalles, oder einem Eindringen von Tropfwasser ausgesetzt sind. Ihre Freilegung darf nur mit besonderen Hilfsmitteln möglich sein.

§ 10.

Schraubkontakte.

a) Alle Schraubkontakte, die nicht durch Kapselung nach §§ 5 oder 6 geschützt sind, müssen so gesichert sein, daß ein Lockern der Verschraubung und damit ein schlechter Kontakt nicht eintreten kann.

§ 11.

Verriegelungen.

a) Verriegelungen müssen so ausgeführt sein, daß ihre Wirksamkeit nicht mutwillig aufgehoben werden kann.

§ 12.

Leitungsanschlüsse.

a) Leitungseinführungen sind so zu gestalten, daß die Anschlußstellen der Leitungen von Zug entlastet, die Leitungsumhüllungen gegen Abstreifen und die Leitungsadern gegen Verdrehen gesichert sind.

b) Bei Verwendung von Gummischlauchleitung muß durch geeignete Maßnahmen dafür gesorgt sein, daß der Krümmungshalbmesser der Leitung an der Einführungsstelle nicht kleiner als das 2,5-fache ihres äußeren Durchmessers werden kann.

§ 13.

Kurzschlußläufermotoren.

a) Bei Motoren mit Käfigläufer müssen die Käfigstäbe mit den Kurzschlußringen durch Hartlötung oder Verschweißung verbunden sein, falls Stäbe und Ringe nicht aus einem Stück bestehen.

b) Bei Kurzschlußläufermotoren mit besonderem, ohne Isolation im Läufer sitzenden Anlaßkäfig ist durch einen Motorschutzschalter dafür zu sorgen, daß die Temperatur des Anlaßkäfigs innerhalb 10 s 200 ° nicht überschreitet, wenn der Ständer des Motors bei festgebremstem Läufer mit der vollen Nennspannung in Betriebsschaltung erregt ist.

Für isolierte Läuferwicklungen gelten für den Nennbetrieb die Bestimmungen in § 8 a) 2; bei behindertem Anlauf dürfen die in VDE 0530/1930 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M.", § 39 angegebenen Werte innerhalb 10 s nicht überschritten werden.

Diese Bestimmungen gelten nicht für druckfest gekapselte Motoren.

§ 14.

Metallwiderstände.

a) Metallwiderstände, die nach §§ 5 oder 6 gekapselt sind, müssen so gebaut sein, daß die Kapselwandungen unter der Einwirkung der Erwärmung der Widerstandselemente an keiner Stelle eine höhere Temperatur als 200 ° erreichen. Nötigenfalls sind besondere Vorrichtungen anzubringen, die die Überschreitung dieser Temperatur verhüten.

b) Widerstände unter Öl gelten als ölgekapselt. Durch entsprechende Bemessung oder durch besondere Vorkehrungen muß dafür gesorgt werden, daß die Temperatur des Öles an der Oberfläche 100 ° nicht überschreitet.

c) Widerstände, die nicht nach §§ 5, 6 oder 7 gekapselt sind, müssen folgenden Bedingungen genügen:

1. Die Widerstandselemente müssen so bemessen sein, daß sie bei dauernder Belastung mit dem Nennstrom keine höhere Temperatur als 200 ° annehmen, oder es muß durch besondere Vorkehrungen dafür gesorgt sein, daß bei Überschreiten dieser Temperatur der Widerstand selbsttätig abgeschaltet wird.
2. Der Widerstandsbaustoff muß so fest sein, daß im gewöhnlichen Betrieb kein Bruch eintreten kann. Ferner müssen die Widerstandselemente so sicher befestigt sein, daß ein Berühren untereinander und mit dem Gehäuse ausgeschlossen ist.
3. Die Widerstände sind durch einen besonderen Schutz an dem Gerät selbst gegen ein zufälliges Berühren der Widerstandselemente sowie durch geeignete Abdeckung gegen das Hineinfallen von Fremdkörpern und das Eindringen von Tropfwasser zu sichern.
4. Alle leitenden Verbindungen sind durch gesicherte Verschraubungen, Hartlötung oder Schweißung herzustellen.

d) Freihängende Drahtspiralen sind nicht zulässig.

e) Die Widerstände von Akkumulatorlokomotiven sind nach §§ 5 oder 6 einzukapseln.

§ 15.

Flüssigkeitsanlasser.

a) Flüssigkeitsanlasser sind nur bei ortsfesten Anlagen mit einem Energieverbrauch über 150 kW zulässig.

b) Die Elektroden dürfen im Betrieb nicht so weit aus der Flüssigkeit herausgenommen werden können, daß an ihnen Funken auftreten.

c) Eine Einrichtung ist vorzusehen, durch die die Anlage stillgesetzt oder ihre Inbetriebnahme verhindert wird, wenn der Flüssigkeitsspiegel unter die erforderliche Höhe gesunken ist.

§ 16.

Trennschalter.

a) Trennschalter gelten als betriebsmäßig funkende Geräte, sie müssen nach §§ 5, 6 oder 7 gekapselt sein. Die Stellung der einzelnen Trennmesser muß von außen erkennbar sein.

b) Trennschalter müssen entweder mit Leistungsschaltern verriegelt oder so gebaut sein, daß sie nur durch besonders dazu Befugte betätigt werden können.

§ 17.

Ferngesteuerte Schaltgeräte und Selbstschalter.

a) Bei ferngesteuerten Schaltgeräten und Selbstschaltern muß entweder eine Einrichtung vorhanden sein, die verhindert, daß das Gerät bei geöffnetem Gehäuse geschaltet werden kann, oder es ist ein gut erkennbares Warnungsschild anzubringen, das auf die Schlagwettergefahr bei geöffnetem Gehäuse hinweist.

§ 18.

Wechselstrom-Hubmagnete.

a) Wenn Wechselstrom-Hubmagnete nicht nach §§ 5 oder 6 gekapselt, sondern mit erhöhter Sicherheit nach § 8 gebaut sind, ist ein besondere Vorrichtung anzubringen, die ein Überschreiten der zulässigen Erwärmung der Wicklungen verhindert.

§ 19.

Steckvorrichtungen.

a) Stecker und Steckdose müssen Gehäuse haben und so gebaut sein, daß nach dem Zusammensetzen ein fester Sitz der Steckkontakte gewährleistet ist.

Digitized by Google

b) Steckkontakte gelten als Geräte mit betriebsmäßig funkenden Teilen, sie müssen demzufolge schlagwettergeschützt gekapselt sein.

Wenn die Kapselung durch das Gehäuse des Steckers und der Steckdose gebildet wird, muß die Einstecktiefe des Steckergehäuses in das Dosengehäuse mindestens 50 mm betragen und der Unterschied der Durchmesser darf nicht größer als 0,5 mm sein.

Ist jeder Steckkontakt innerhalb der Steckvorrichtung für sich gekapselt und beträgt der eingeschlossene Raum im Augenblick der Kontakttrennung nicht mehr als 0,1 l, so genügt eine Kriechweglänge von dem Kontakt nach außen von 25 mm, bei Steckvorrichtungen für geringere Nennstromstärken als 25 A eine solche von 20 mm; in beiden Fällen ist durch genaue Passung die Spaltweite auf höchstens 0,25 mm zu beschränken.

Für Stecker mit Ölkapselung gelten die Bestimmungen in § 7.

c) Die unter b) vorgeschriebenen Kriechwegmaße müssen auch noch im Augenblick der Stromunterbrechung vorhanden sein.

d) Steckvorrichtungen sind in der Regel mit einem schlagwettergeschützten Schalter mechanisch oder elektrisch derart zu verriegeln, daß das Einsetzen und Herausnehmen des Steckers oder der Dose nur in spannungslosem Zustande möglich ist. Wird eine solche Verriegelung mit einem Schalter nicht angewendet, dann müssen die Steckvorrichtungen so gebaut sein, daß beim Einsetzen und Herausnehmen des Steckers oder der Dose blanke, Spannung führende Teile für Unbefugte unzugänglich sind. Außerdem müssen sie eine selbsttätig wirkende Sperrvorrichtung haben, die nach der Trennung von Stecker und Steckdose eine Berührung blanker, Spannung führender Teile und eine unbefugte Stromentnahme verhindert.

Ist die Steckvorrichtung mit einem schlagwettergeschützten Schalter mechanisch oder elektrisch verriegelt und sind die Steckkontakte für sich gekapselt, so dürfen die unter b), Abs. 3, festgelegten Kriechweglängen um 10 mm verkürzt werden.

e) Steckvorrichtungen müssen so gebaut sein, daß Stecker und Steckdose durch den Druck einer im Inneren stattfindenden Schlagwetterexplosion nicht in gefahrbringender Weise auseinandergedrückt werden können.

f) Von den in § 5 für die druckfeste Kapselung vorgeschriebenen Maßen kann bei Steckvorrichtungen abgewichen werden, wenn der Schlagwetterschutz trotzdem gewährleistet ist.

§ 20.
Schmelzsicherungen.

a) Schmelzsicherungen müssen in Gehäuse nach §§ 5, 6 oder 7 schlagwettergeschützt eingebaut sein. Die Gehäuse sind mit Schaltern derart zusammenzubauen oder zu verriegeln, daß das Einsetzen und das Herausnehmen der Schmelzeinsätze nur in spannungslosem Zustande möglich ist. Diese Bestimmungen gelten nicht für Schmelzsicherungen, die in Leuchten (siehe § 22) eingebaut sind.

b) Schmelzsicherungen unter Öl sind nur für Stromstärken bis 6 A zulässig; sie müssen geschlossene Schmelzeinsätze haben.

§ 21.
Akkumulatoren.

a) Ortsveränderliche Akkumulatorbatterien für höhere Entladespannungen als 12 V sind nach § 6 schlagwettergeschützt einzukapseln. Der freie Raum in den Batteriebehältern ist möglichst klein zu halten.

b) Die Kapselung von Akkumulatorbatterien nach § 5 ist zulässig, wenn die Kapselung den Überdruck aushält, der bei einer Explosion der vom Akkumulator erzeugten Gase auftreten kann.

c) Bei nichtgekapselten Akkumulatorbatterien sind die Bestimmungen in § 9 einzuhalten.

§ 22.
Leuchten.

a) Leuchten müssen mit einem sicher befestigten Schutzglas und mit einem kräftigen Schutzkorb oder Schutzgitter ausgerüstet sein.

b) Das Schutzglas muß aus einer besonders stoßfesten Glassorte bestehen. Glasglocken müssen bei einem äußeren Durchmesser bis zu 200 mm eine Wanddicke von mindestens 6 mm, bei einem Durchmesser bis zu 250 mm eine Wanddicke von mindestens 7 mm und bei größerem Durchmesser eine Wanddicke von mindestens 8 mm haben. Die Dicke von Glasscheiben ist bei einem Durchmesser der gesamten Scheibe bis zu 100 mm auf 6 mm und bei größeren Scheiben für je 20 mm, um die der Durchmesser über 100 mm hinausgeht, um 1 mm größer zu bemessen.

c) Die Öffnungen in den Schutzkörben und Schutzgittern dürfen nicht höher und nicht breiter als 60 mm oder bei größeren Breiten nicht höher als 40 mm sein.

d) Für Leuchten, die zur Verwendung in sehr hohen Räumen bestimmt sind, sind Ausnahmen von b) und c) zulässig.

e) Leuchten müssen so verschlossen sein, daß sie nur mit einem besonderen Hilfsmittel geöffnet werden können.

f) Leuchten für Gleichstrom mit Lampen von mehr als 100 W Energieverbrauch sind nur mit besonderen Vorrichtungen zulässig, die ein Selbstlockern der Glühlampe zuverlässig verhindern.

g) Bei Leuchten mit eingebauten Schmelzsicherungen kann von dem in § 20 geforderten Zusammenbau und von der Verriegelung mit einem Schalter abgesehen werden.

§ 23.
Glühlampenfassungen.

Glühlampenfassungen müssen folgenden Anforderungen entsprechen:

a) Sie müssen so gebaut sein, daß Funken, die beim Lockern der Lampe entstehen, nur in einem besonderen schlagwettergeschützt abgeschlossenen kleinen Raum oder in dem bei eingesetzter Lampe schlagwettergeschützt abgeschlossenen Innenraum der Fassung auftreten können.

b) Die zusammengesetzten Teile der Fassung, die den schlagwettergeschützt abgeschlossenen Raum umgeben, müssen dicht aufeinander liegen und so beschaffen oder eingebaut sein, daß die dichte Auflage der einzelnen Teile nicht durch Verbiegungen beeinträchtigt werden kann. Die Stoßstellen und Auflageflächen müssen mindestens 5 mm breit sein. Die nicht mit Druck aufeinanderliegenden Teile dürfen nicht mehr als 0,25 mm Spiel haben. Dieses gilt nicht für das Gewinde des Fassungskorbes.

c) Die Länge der Durchführung von Schaltkontaktstiften muß bei einem Unterschied der Durchmesser von Bolzen und Durchführung von höchstens 0,25 mm mindestens 5 mm, bei einem Unterschied der Durchmesser von Bolzen und Durchführung von höchstens 0,5 mm mindestens 10 mm betragen.

d) Die Länge der Durchführung von Befestigungsschrauben muß bei einem Unterschied der Durchmesser von Schraube und Durchführung von höchstens 0,5 mm mindestens 5 mm betragen. Auf verkittete oder vergossene Schrauben findet diese Bestimmung keine Anwendung.

e) Die Befestigungsschrauben müssen gegen Lockern gesichert sein.

§ 24.
Meßgeräte.

Meßgeräte sind entweder nach § 8 mit erhöhter Sicherheit auszuführen oder nach §§ 5 oder 6 zu kapseln. Folgende Sonderbestimmungen sind dabei zu beachten:

a) Ausführung mit erhöhter Sicherheit.

1. Meßgeräte sind in mechanisch besonders widerstandsfähige, gegen das Eindringen von Staub gut abgedichtete Gehäuse einzubauen und gegen Störungen durch Niederschlag von Feuchtigkeit, insbesondere an Spannung führenden und Systemteilen, zu schützen.
2. Die Größe der Skalenausschnitte in den Gehäusen ist auf das für das Ablesen der Skalen notwendige Maß zu beschränken.
3. Die zur Abdeckung der Skalenausschnitte verwendeten Glasscheiben müssen aus einem besonders widerstandsfähigen Glas bestehen und eine Dicke von mindestens 5 mm haben. Sie sind so fest und sicher anzubringen, daß sie von außen weder verschoben noch entfernt werden können.
4. Spannung führende Systemteile sind nach Möglichkeit in den Gehäusen so anzuordnen, daß sie beim Durchstoßen der Glasscheiben nicht getroffen werden können. Andernfalls sind sie durch kräftige Skalenbleche zu schützen.
5. Die Verwendung beweglicher Systemteile zur Stromleitung ist unzulässig.
6. α) Strommesser, die nicht über einen Schutzstromwandler betrieben werden, müssen mindestens das 50-fache ihres Nennstromes 1 s lang aushalten können, ohne durch die thermischen und dynamischen Wirkungen des elektrischen Stromes Schaden zu nehmen.
   β) Strommesser geringerer Kurzschlußfestigkeit sind als Dreheiseninstrumente für Gleichstrom nicht zulässig.
   γ) Strommesser geringerer Kurzschlußfestigkeit für Wechselstrom sind mit Stromwandlern (Schutzstromwandlern) zu betreiben, deren Sekundär-

Digitized by Google

strom bei Nennbürde und dem 100-fachen des primären Nennstromes das 15-fache seines Nennwertes nicht übersteigt. Die Strommesser müssen in diesem Fall mindestens das 15-fache ihres Nennstromes 1 s lang unbeschadet aushalten können.

7. Die mit den Systemspulen von Spannungsmessern in Reihe liegenden Zusatzwiderstände sind zu gleichen Teilen vor und hinter die Systemspulen zu schalten und so zu bemessen, daß jede Widerstandshälfte für sich, mit der vollen Betriebsspannung gespeist, nur eine Leistung von höchstens 10 W aufnimmt.
8. Spannungsmesser für Wechselstrom sind bei Spannungen über 250 V gegen Erde nur in Verbindung mit Spannungswandlern zulässig oder nach § 5 druckfest zu kapseln. Spannungsmesser für Gleichstrom sind bei Spannungen über 250 V gegen Erde nach § 5 druckfest zu kapseln.

b) Ausführung in druckfester Kapselung.

1. Druckfeste Kapselungen sind in ihrem Rauminhalt möglichst zu beschränken; sie dürfen nicht gleichzeitig Leistungsschalter enthalten.
2. Die Bestimmungen unter a) 2 und 3 sind zu befolgen.

§ 25.

Wandler.

a) Wandler sind entweder nach §§ 5, 6 oder 7 zu kapseln oder nach § 8 mit erhöhter Sicherheit zu bauen. Das Einbetten von Wandlerwicklungen in Isoliermasse ist unzulässig.

b) Stromwandler, deren Sekundärstrom nicht auf einen bestimmten Wert begrenzt ist, müssen auf der Primär- und Sekundärseite das 100-fache ihres Nennstromes 1 s lang aushalten können, ohne durch die thermischen und dynamischen Wirkungen des elektrischen Stromes irgendwelchen Schaden zu nehmen.

Stromwandler mit begrenztem Sekundärstrom (Schutzstromwandler) gelten als genügend kurzschlußfest, wenn sie primärseitig das 100-fache ihres Nennstromes, sekundärseitig den bei Nennbürde und 100-fachem Primärstrom fließenden Strom 1 s lang unbeschadet auszuhalten vermögen.

§ 26.

Sonderausführungen.

a) Andere als die vorstehend angegebenen Bauarten von Maschinen, Transformatoren und Geräten gelten als schlagwettergeschützt, wenn der Schlagwetterschutz der verwendeten Bauarten durch eine behördlich anerkannte Versuchsstrecke als ausreichend befunden ist.

III. Kennzeichen.

§ 27.

a) Alle den vorstehenden Bestimmungen entsprechenden schlagwettergeschützten und als solche von einer behördlich anerkannten Versuchsstrecke bestätigten Maschinen, Transformatoren und Geräte sind mit dem Zeichen (Sch) zu versehen, das deutlich sichtbar anzubringen ist. In gleicher Weise ist die Typenbezeichnung anzubringen.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

A. d'Arsonval. — Am 8. VI. d. J. ist Prof. Jacques Arsène d'Arsonval, Paris, 83 Jahre alt geworden, am 27. V. hat in der Sorbonne aus diesem Anlaß eine Feier stattgefunden, an der auch der Präsident der Republik teilnahm. Der Elektrotechniker denkt bei dem Namen des Gefeierten zuerst an das Galvanometer nach Deprez—d'Arsonval, er wird sich aber auch der „Arsonvalisation" der Heilkunde erinnern. Das Grenzgebiet zwischen Biologie und Physik ist das ureigenste Arbeitgebiet von d'Arsonval; er ist einer der Begründer der Elektrophysiologie und noch heute als Forscher und Schöpfer neuer Instrumente auf diesem Gebiet tätig.

Hochschulnachrichten. — Dr.-Ing. Max Knoll, Berlin, ist als Privatdozent der Fakultät für Maschinenwesen der T. H. Berlin zugelassen worden, und zwar für das Lehrfach „Elektrotechnik, Hochvakuumtechnik".

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Die Verbesserung des Stabstromwandlers für kleine Primärströme.

In seinem Aufsatz in ETZ 1932, S. 961, erwähnt Herr REICHE die „kompensierten" Stromwandler, die er als „vormagnetisierte" Stromwandler bezeichnet. Herr REICHE scheint anzunehmen, daß diese Anordnung wenig verbreitet ist wegen des Nachteiles einer fremden Stromquelle für die Vormagnetisierung. Tatsächlich sind die „kompensierten" Stromwandler in Frankreich, ihrem Ursprungsland, weit verbreitet. Das Erfordernis einer Stromquelle von konstanter Spannung hat für Betriebs-Stromwandler keinerlei Schwierigkeiten mit sich gebracht, zumal man in elektrischen Anlagen stets über eine derartige Stromquelle verfügt: In Niederspannungsanlagen sind es die Klemmen der Anlage selbst, in Hochspannungsanlagen die Sekundärklemmen der Spannungswandler.

Herr REICHE spricht weiterhin von einem Stromwandler, in welchem der Strom für die „Vormagnetisierung" vom Stromwandler selbst geliefert wird, und er erwähnt Veröffentlichungen von WELLINGS und MAYO aus dem Jahr 1930, von KEINATH aus dem Jahr 1931 und von GOLDSTEIN aus dem Jahr 1932. Es scheint mir zweckmäßig darauf hinzuweisen, daß derartige und ähnliche Bauweisen von Stromwandlern, die gleichfalls aus dem „kompensierten" Stromwandler entwickelt sind, im Jahre 1923 durch die Compagnie pour la Fabrication des Compteurs unter der Bezeichnung „Stromwandler mit Eigenkompensation" zum Patent angemeldet wurden (franz. Pat. 568 573 vom 11. VII. 1923). Einige Angaben über diese Anordnung wurden im Aufsatz „Neuzeitliche Strömungen in Bau und Anwendung von Meßwandlern" veröffentlicht, der im Bulletin de la Société Française des Electriciens vom November 1930 erschien.

Paris, 8. XII. 1932. A. Iliovici.

Erwiderung.

Ohne Zweifel ist an jeder Verwendungstelle eines Stromwandlers eine Fremdstromquelle zum Zwecke der Vormagnetisierung verfügbar. Es bedarf daher keiner weiteren technischen Vorbereitung als einer geeigneten Auslegung der vormagnetisierenden Wicklung, um den fremdmagnetisierten Stromwandler in größerem Umfange einzuführen. Allerdings bleibt an Ort und Stelle noch die Wahl richtiger Phasenlage der jeweiligen Fremdstromquelle zu beachten. Indessen zeigt die Erfahrung, daß die Verbreitung des fremdmagnetisierten Stromwandlers außerhalb seines Ursprungslandes gering geblieben ist. Dieser Umstand dürfte wenigstens zum Teil auf die seitherige Vervollkommnung der Stromwandler mit Eigenerregung zurückzuführen sein. Über kunstgeschaltete Stromwandler gibt es erst in neuerer Zeit einige Veröffentlichungen. Eigenartigerweise ist die Patentliteratur, die in meinem Aufsatz nicht aufgeführt war, wesentlich älter und umfangreicher. Dadurch läßt sich erklären, daß etliche Arten von Kunstschaltungen in der Zwischenzeit neu erfunden wurden, während der erste Erfinder so gut wie unbekannt blieb.

Dresden, 26. XII. 1932. W. Reiche.

LITERATUR.

Besprechungen.

Erläuterungen zu den Vorschriften nebst Ausführungsregeln für elektrische Bahnen (Bahnvorschriften, V. E. B./1932). Gültig ab 1. 1. 1932. Im Auftrage des Verbandes Deutscher Elektrotechniker u. d. Verbandes Deutscher Verkehrsverwaltungen herausg. von H. Uhlig. 2. Aufl. Mit Abb., VIII u. 128 S. in 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 7 RM, geb. 7,80 RM.

Nachdem die Bahnvorschriften infolge des Krieges erst nach 20jähriger Pause im Jahre 1925 wieder einmal erneuert worden sind, haben sie schon im Jahre 1930 eine weitere Neubearbeitung auf völlig neuer Grundlage erfahren, die sich wesentlich von der vorletzten Bearbeitung unterscheiden mußte, da auch die allgemeinen Sicherheitsvorschriften, auf die sie sich stützen, inzwischen eine

Digitized by Google

vollkommene Neueinteilung gefunden hatten, und weil die Deutsche Reichsbahn, die früher an den Arbeiten nicht beteiligt war, nunmehr tatkräftig an der Arbeit teilnahm und die Vorschriften als auch für die Reichsbahn verbindlich anerkannte. Diese nunmehr für alle elektrischen Bahnen Deutschlands einheitlich geltenden Vorschriften erfordern natürlich erweiterte Erläuterungen, denen sich der Verfasser in bereits durch die erste Auflage gewohnter und anerkannter Weise mit großer Liebe unterzogen hat. Die Bedeutung der Erläuterungen ist nicht nur ihrem Umfange nach (um etwa 50 %), sondern dem Inhalt und der gründlichen Durcharbeitung nach noch gewachsen. Man kann der neuen Auflage keinen besseren Wunsch auf den Weg geben, als daß sie, wie sie es verdient, in der Hand jedes einzelnen Fachmannes für elektrische Bahnen als unentbehrliches Rüstzeug und Nachschlagewerk sich befinden möge. Auf Einzelheiten hier einzugehen, würde zu weit führen, doch muß kurz darauf hingewiesen werden, daß wegen der Ausdehnung des Geltungsbereiches auf den Vollbahnbetrieb und wegen der Anlehnung an die neue Einteilung der Sicherheitsvorschriften unter und über 1000 V die ganze Anordnung des Stoffes eine andere geworden ist. Weiter ist bemerkenswert, daß andere Vorschriften, auf die Bezug genommen wird, in weitgehendem Maße mitgeteilt werden, so daß das Buch nunmehr ein in sich geschlossenes Nachschlagewerk bildet. Auch die neuesten Fragen, wie z. B. die Nutzbremsung, finden an mehreren Stellen Erwähnung. Es ist diese Art der Erläuterungen festgelegter Vorschriften geeignet, Lehrbücher, die schnell veralten, zu ersetzen und in gedrängtester Form Richtlinien für die Angleichung des letzten Standes der Technik an die gültigen Vorschriften weiten Kreisen bekanntzugeben. In dieser Richtung schöpft der Verfasser aus einem reichen Born eigener praktischer Erfahrungen, und gerade dies erhöht den Wert seiner Ratschläge und Urteile. Mattersdorff.

Festigkeit und Formänderung. Teil 1: Die einfachen Fälle der Festigkeit. Von Dr.-Ing. K. Lachmann. (Werkstattbücher H. 20, Herausg. v. Dr.-Ing. E. Simon.) 2., völlig neubearb. Aufl. des zuerst von Dipl.-Ing. H. Winkel † bearb. Heftes. Mit 85 Abb. i. Text u. 63 S. in 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 2 RM.

Das schon in zweiter Auflage erschienene Heft ist eine völlige, mit erheblich mehr Abbildungen ausgestattete Neubearbeitung und bringt in kurzer und knapper, dabei aber durchaus klarer und leicht verständlicher Form das Wichtigste über die Grundlagen der Festigkeitslehre und über die einfachen Fälle der Festigkeit. Durch die vielen eingestreuten Beispiele in Verbindung mit der kurzen Darstellung, die ein rasches Finden des Gesuchten ermöglicht, ist ein gutes Nachschlagebuch geschaffen worden, das, wie alle Hefte dieser bestens bekannten Sammlung, in keinem Bürobetriebe fehlen sollte, und dessen Anschaffung daher durchaus empfohlen werden kann. A. Witt.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Englands elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Der März 1933 weist nach beiden Richtungen des Außenhandels Steigerungen auf. Die Einfuhr betrug 2,775 Mill RM[2] und war damit um rd. 0,4 Mill RM höher als im Vormonat — bei Schwachstromapparaten stellte sich die Zunahme auf 0,194 Mill RM — und um 0,142 Mill RM größer als im Parallelmonat von 1932, dem gegenüber Telegraphen- und Fernsprechvorrichtungen um annähernd den gleichen Betrag wie gegen den Februar mehr eingeführt worden sind. Der Wert der Ausfuhr erreichte 12,643 Mill RM, eine Summe, die die im Vormonat erzielte um 2,963 Mill RM und das Ergebnis des März 1932 um 0,684 Mill RM überstieg. Im Vergleich zum Februar haben besonders Maschinen (um 1,477 Mill), Schwachstromapparate (um 0,992 Mill) und isoliertes Leitungsmaterial (um 0,366 Mill RM) zugenommen, gegen den gleichen Monat des Vorjahres wiederum Telegraphen und Fernsprecher (um 1,318 Mill) sowie gewisse Maschinen (um 0,438 Mill RM), während u. a. Meßinstrumente um 0,228 Mill RM weniger als im März 1932 zur Ausfuhr gelangten. In den abgelaufenen drei Monaten war der Import um 3,841, die Ausfuhr um 0,883 Mill RM schwächer als in der entsprechenden Zeit des Vorjahres.

Erzeugnisse	Einfuhr in Mill RM		Ausfuhr in Mill RM	
	1933	1932	1933	1932
	März			
Maschinen	0,308	0,346	4,513	4,952
Waren und Apparate	2,467	2,287	8,130	7,007
	2,775	2,633	12,643	11,959

fm.

Die „Sofina" im Jahre 1932[1]. — Die Société Financière de Transports et d'Entreprises Industrielles (Brüssel), die größte europäische Dachgesellschaft für Elektrizitätsunternehmungen, zeigt für 1932 eine weitere Verminderung des Roh- und des Reingewinns. Während 1931 der Rohgewinn nur verhältnismäßig wenig zurückgegangen war, brachte das Jahr 1932 eine wesentlich stärkere Schrumpfung. Anderseits hat sich der Abschreibungsbedarf, der 1931 stark angewachsen war, 1932 um mehr als die Hälfte verringert. Ferner konnten die 1931 gestiegenen Unkosten wieder etwas abgebaut werden. Auch die Zuweisungen an den Pensionsfonds und die Gewinnbeteiligung des Personals sind geringer geworden. Daher ist insgesamt der erzielte Reingewinn weniger stark zurückgegangen als der Rohgewinn. Während die Ausschüttung auf die 100 Mill Fr Vorzugsaktien wiederum 5 % beträgt, ist die Dividende auf das 100 Mill Fr betragende Stammaktienkapital auf 80 % zurückgegangen (400 Fr je Aktie) gegenüber 100 % i. V. und 140 % 1930 (Kurs der Stammaktien an der Brüsseler Börse Anfang Juni 10 200 Fr je nom. 500 Fr-Aktien). Nach Mitteilung des Geschäftsberichtes ist der Rückgang des Rohgewinns nicht nur auf niedrigere Dividenden verschiedener Konzerngesellschaften zurückzuführen, sondern auf die Geldentwertung in zahlreichen Ländern, in denen die Sofina tätig ist, ferner darauf, daß einige Tochtergesellschaften durch Devisenbeschränkungen daran verhindert sind, die erzielten Gewinne zu transferieren. Im übrigen werden die Ergebnisse der kontrollierten Unternehmungen im allgemeinen als befriedigend bezeichnet, während ebenso wie schon i. V. die Compagnie Générale de Tramways de Buenos Aires ungünstig gearbeitet hat.

Ertragsübersicht der Sofina in 1000 RM[2].

	1930	1931	1932
Einkommen aus Beteiligungen, Zinsen usw.	18 987	18 015	12 917
Unkosten	633	667	604
Gewinnbeteiligung des Personals und Zuweisung zum Pensionsfonds	215	154	123
Abschreibungen	465	4 760	2 179
Reingewinn	17 674	12 435	9 951
Reingewinn mit Vortrag	18 186	13 412	11 047
Gewinnvortrag	978	1 095	1 175

Bei den Unternehmungen, die die Sofina in Belgien, Deutschland, Frankreich, Spanien, Portugal, Italien, Algerien, der Türkei, Mexiko und Argentinien kontrolliert, handelt es sich vorwiegend um Elektrizitätsversorgungs-, Bahn- und Dachgesellschaften sowie um einige Fabrikationsgesellschaften. Das einzige von der Sofina kontrollierte elektrotechnische Unternehmen ist die S. E. M. Société d'Electricité et de Mécanique in Brüssel.

Aus nachfolgend aufgezählten Hauptbilanzposten ergibt sich für 1932 eine weitere leichte Vergrößerung der Beteiligungen, andererseits ein geringer Abbau der Debitoren und eine weitere Verminderung der unmittelbar greifbaren Mittel. Auf der Passivseite ist die Verminderung der i. V. gestiegenen Kreditoren bemerkenswrt.

Hauptbilanzposten der Sofina in 1000 RM.

	1930	1931	1932
Bestand an öffentlichen Anleihen und Beteiligungen	69 030	89 505	92 196
Kasse und Bankguthaben	134 108	85 635	71 761
Debitoren (hauptsächlich Konzerngesellschaften)	37 339	51 847	49 338
Vorzugsaktienkapital	11 700	11 700	11 700
Stammaktienkapital	11 700	11 700	11 700
Gesetzliche Reserve	2 340	2 340	2 340
Sonderkonto unverfügbar (Agio der Emission von 1929)	176 436	176 436	176 436
Kreditoren (hauptsächlich Konzerngesellschaften)	29 606	31 420	20 114

A. Fr.

[1] Electr. Rev. Lond. Bd. 112, S. 568. Vgl. ETZ 1932, S. 472; 1933, S. 440.
[2] 1 RM = 0,07 £.

[1] ETZ 1932, S. 788.
[2] 1 RM = 8,547 bfr.

Abschluß des Heftes: 7. Juli 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 20. Juli 1933** **Heft 29**

Die Wirkungsweise netzgeführter Wechselrichter*.

(Mitteilung aus dem Forschungsinstitut der AEG.)

Von **Hans Laub**, Berlin.

Übersicht. Zur Einführung in das Gebiet der netzgeführten Wechselrichter werden die Strom-, Spannungs- und Leistungsverhältnisse an einfach zu übersehenden Schaltungen beschrieben. Der Stromübergang von einer Anode zur Folge-Anode wird für den Fall behandelt, daß die ohmschen Widerstände der Kommutierungskreise gegenüber den induktiven zu vernachlässigen sind.

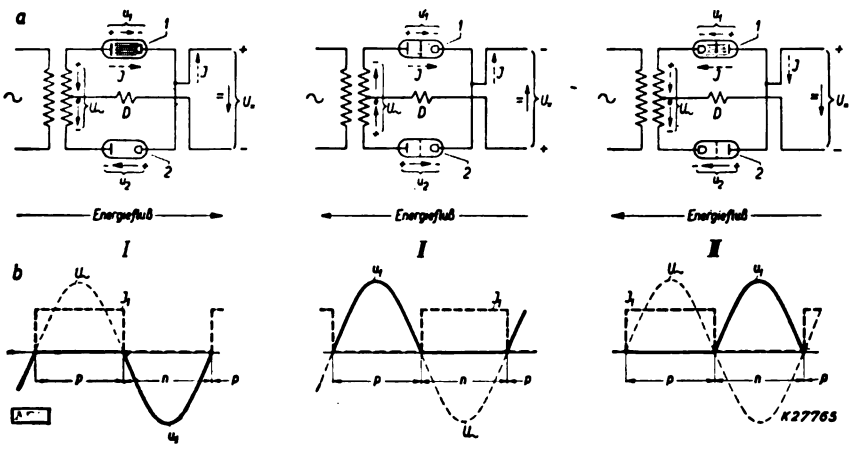
Die Erfindung der Steuerung von Dampfentladungen durch elektrische Felder führte zur Entwicklung von ruhenden Gleichstrom-Wechselstrom-Umformern („Wechselrichtern"). Ein Wechselrichter kann zur Energieübertragung aus einem Gleichstromnetz in ein gegebenes Wechselstromnetz dienen, dessen Generatoren die Frequenz und die Spannungskurve vorschreiben und die Stromübergabe von einer Anode zur nächsten erzwingen. Es soll deshalb in diesem Falle von einem netzgeführten Wechselrichter gesprochen werden.

Grundsätzlich lassen sich alle bekannten Gleichrichterschaltungen in Wechselrichterschaltungen umkehren, wenn man die zugehörigen Entladungsgefäße mit Gittern ausrüstet. Es soll zunächst an dem besonders einfach zu übersehenden Beispiel der Einphasen-Vollwegschaltung (Abb. 1) die Entstehung des Wechselrichters aus dem Gleichrichter gezeigt und die Aufgabe der Gittersteuerung erklärt werden.

Die Polarität der Spannungen und die Richtung des Stromes *I* in der Halbwelle, in der das Gefäß *1* arbeitet, sind in die Bilder der oberen Reihe *a* eingetragen (in den Abbildungen ist der Strom mit *J* statt mit *I* bezeichnet). Die darunter gezeichneten Bilder *b* lassen die Beanspruchung des Gefäßes *1* durch Strom und Spannung erkennen; dabei bedeutet ein positives u_1, daß die Anode positives Potential gegenüber der Kathode besitzt.

* Eingeg. am 23. VIII. 1932.

Im Gleichrichterbetrieb (*I*) arbeitet *1*, wenn das mit der Anode verbundene Ende der oberen Transformatorwicklung positives Potential gegenüber dem Transformatornullpunkt hat. Die eingezeichneten Pfeile zeigen, daß die Transformatorspannung $U_\sim$ und die Gleichspannung $U_=$ entgegengesetzt wirken; ihre Differenz liegt an der Drosselspule *D*. Wird diese zunächst einmal als unendlich groß angenommen, so ist der Gleichstrom *I* konstant; das Gefäß *1* führt also in der Durchlaßhalbwelle (*p*) den Rechteckstrom I_1. Dabei liegt zwischen Anode und Kathode die Brennspannung; sie ist bekanntlich bei Quecksilberdampf-Entladungsgefäßen sehr klein (15 ··· 30 V je nach Konstruktion) und in den Abbildungen *b* daher gegen $U_\sim$ vernachlässigt. In der folgenden Halbwelle (*n*) arbeitet die untere Transformatorhälfte über das Gefäß *2*. Es liegt also jetzt die volle Spannung $U_\sim$ an *1*, u. zw. so, daß die Anode negativ gegenüber der Kathode ist; das Rohr *1* sperrt wegen seiner Ventileigenschaft, ohne daß eine Sperrung durch Gittersteuerung nötig wäre.



I Gleichrichterbetrieb *II* Wechselrichterbetrieb mit Umkehr der Spannung
III Wechselrichterbetrieb mit Umkehr des Stromes.

Abb. 1. Strom- und Spannungsverhältnisse in der Einphasen-Vollwegschaltung.

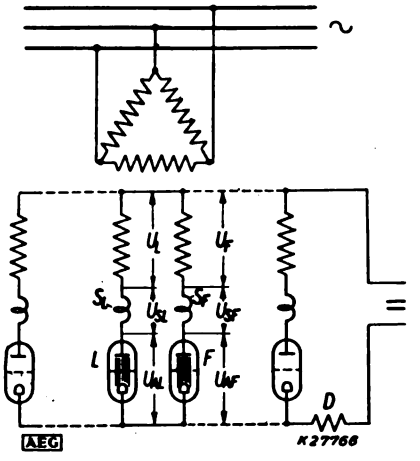


Abb. 2. Mehrphasiger Stromrichter in der Kommutierung.

Will man jetzt zum Wechselrichterbetrieb übergehen, also Energie aus dem Gleichstromnetz ins Wechselstromnetz übertragen, so muß man im Gleichstromnetz, um eine Richtungsumkehr der Energie zu erzwingen, entweder die Spannung umpolen (bei Aufrechterhaltung der Stromrichtung) oder den Strom umkehren (bei Aufrechterhaltung der Spannungspolarität). Der erste Fall ist durch Abb. 1 *II*, der zweite durch Abb. 1 *III* veranschaulicht. Im Fall *II* muß das Gefäß *1* jetzt offenbar zum Unterschied vom Fall *I* dann arbeiten, wenn das zugehörige Wicklungsende negatives Potential gegenüber dem Transformatormittelpunkt besitzt (*n*-Halbwelle), damit das Induktionsgesetz (Spannungsgleichgewicht) erfüllt bleibt (vgl. die Pfeile in Abb. 1). Die Spannung während der Brennhalbwelle ist vernachlässigbar klein; in der darauffolgenden Halbwelle (*p*), in der das Gefäß *2* arbeitet, liegt wieder die volle Spannung $U_\sim$ am Rohr *1*, jetzt jedoch

Digitized by Google

so gepolt, daß die Anode positiv gegen die Kathode ist (Kurve u_1). Das Rohr *1* muß also während dieser Halbwelle durch Gittersteuerung gesperrt werden, damit es nicht zum Zünden kommt und einen Kurzschluß der Transformatorwicklung über *1* und *2* einschaltet. Die Sperrung wird bekanntlich[1] so erreicht, daß ein der Entladungsstrecke zugeordnetes Gitter negativ gegen die Kathode aufgeladen wird. Damit die Sperrung im richtigen Takt erfolgt, wird die Gitterspannung transformatorisch oder direkt aus dem Wechselstromnetz bezogen.

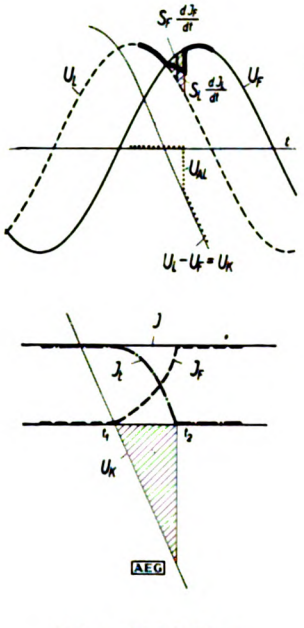


Abb. 3. Gleichrichterkommutierung.

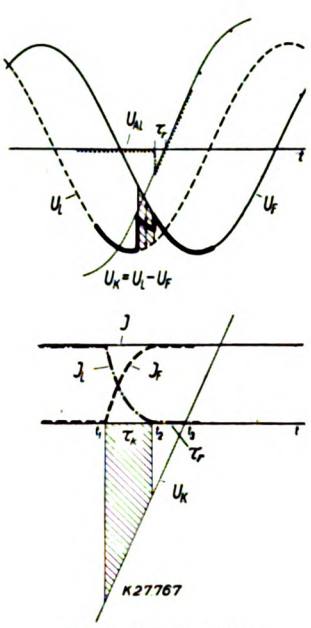


Abb. 4. Wechselrichterkommutierung.

Will man durch Umkehr der Stromrichtung im Gleichstromnetz vom Gleichrichter- zum Wechselrichterbetrieb übergehen, so muß man die Entladungsgefäße umgekehrt, mit vertauschter Elektrodenpolarität, einsetzen (Abb. 1 *III*). Das Gefäß *1* arbeitet jetzt wieder in der *p*-Halbwelle, weil die Spannungspolarität dieselbe ist wie im Fall *I*. In der darauffolgenden *n*-Halbwelle muß das Gefäß wieder durch ein Gitterfeld gegen die Spannung $u_1 = U_\sim$ gesperrt werden.

Die Beziehung zwischen der Gleichspannung $U_=$ und dem Effektivwert der Wechselspannung U_{eff} in dieser Schaltung läßt sich sofort angeben, wenn man bedenkt, daß der Mittelwert der Spannung U_D an der verlustlosen Drosselspule D in einer Halbwelle Null sein muß, da diese nur Energie puffert, nicht verbraucht. Bezeichnet f die Frequenz, t die Zeit, so erhält man

$$\int_0^{\pi} U_D \,\mathrm{d}\,(2\pi f)\,t = 0$$

$$= \sqrt{2}\,\frac{U_{\text{eff}}}{2} \int_0^{\pi} \sin\,(2\pi f)\,t \cdot \mathrm{d}\,(2\pi f)\,t - \pi\,U_= \qquad (1)$$

und hieraus

$$U_= = \frac{\sqrt{2}}{\pi}\,U_{\text{eff}} = 0{,}45\,U_{\text{eff}}\,; \qquad (2)$$

$$U_{\text{eff}} = 2{,}22\,U_=\,. \qquad (3)$$

Wird diese Beziehung durch Regeln entweder der Gleichspannung oder der Wechselspannung gestört, so ändert sich die aus dem Gleichstromnetz ins Wechselstromnetz übertragene Leistung so lange, bis durch die Spannungsabfälle und durch Frequenzänderung und damit Spannungsänderung der Wechselstrommaschinen das Spannungsgleichgewicht wieder hergestellt ist.

Wir hatten bisher die „Kommutierung", d. h. den Stromübergang von einer Anode zur Folge-Anode, bei den Betrachtungen vernachlässigt. Er vollzieht sich im Gleichrichterbetrieb bekanntlich so, daß die Folge-Anode F zündet, sobald ihre Spannung gegenüber der Kathode den Wert der Zündspannung U_z erreicht hat. U_z liegt beim ungesteuerten Gleichrichter nur wenig höher als die Brennspannung U_B, kann also in den Betrachtungen ebenfalls vernachlässigt werden. Abb. 2 zeigt einen mehrphasigen Gleichrichter in der Kommutierung, d. h. in dem Augenblick, in dem der Strom von der Anode L auf die Anode F übergeht. Die induzierten Spannungen in den zugehörigen Phasenwicklungen sind mit U_L und U_F bezeichnet (Abb. 3). Wird die Kathodendrossel D unendlich groß angenommen und der ohmsche Widerstand der Wicklungen und Zuleitungen vernachlässigt, so sind außerhalb der Kommutierungszeit die Klemmenspannungen der Wicklungen gleich U_F bzw. U_L, da der Strom I konstant ist. Während der Kommutierung ändert sich der Strom in F von Null bis I und in L von I bis Null. Durch die Stromänderungen entstehen an den Streuinduktivitäten und äußeren Induktivitäten, die in der Abb. 2 durch die Anodendrosseln S zusammengefaßt angedeutet sind, Spannungen, die sich mit den induzierten Spannungen so zusammensetzen, daß das Spannungsgleichgewicht gewahrt bleibt. Die Löschung der Anode L beginnt, wenn die Differenzspannung $U_K = U_L - U_F$ durch Null geht (im Augenblick t_1); die Kommutierung ist beendet im Augenblick t_2, wenn der Strom in L Null geworden ist. Sie wird erzwungen durch die kommutierende Spannung U_K. Den Verlauf der Ströme I_L und I_F innerhalb der Kommutierungszeit erhält man aus den Beziehungen:

$$U_L + U_{S_L} + U_{A_L} = U_F + U_{S_F} + U_{A_F} \qquad (4)$$

$$U_{S_L} = -\,S_L\,\frac{\mathrm{d}\,I_L}{\mathrm{d}\,t} \qquad (5)$$

$$U_{S_F} = -\,S_F\,\frac{\mathrm{d}\,I_F}{\mathrm{d}\,t} \qquad (6)$$

$$U_K = S_L\,\frac{\mathrm{d}\,I_L}{\mathrm{d}\,t} - S_F\,\frac{\mathrm{d}\,I_F}{\mathrm{d}\,t}\,. \qquad (7)$$

Bei symmetrischem Aufbau ist $S_L = S_F = S$, also

$$U_K = 2\,S\,\frac{\mathrm{d}\,I_L}{\mathrm{d}\,t} = -\,2\,S\,\frac{\mathrm{d}\,I_F}{\mathrm{d}\,t}\,, \qquad (8)$$

da $$I_L + I_F = I = \text{konst.}$$

ist. Die Stromkurven I_L und I_F sind also als Integralkurven der sin-Kurve U_K cos-Kurven mit dem Scheitel in t_1, wenn die Kommutierung im Nulldurchgang der Spannung U_K beginnt (s. Abb. 3). Sie lassen sich in guter Annäherung auch als Parabeläste mit horizontaler Anfangstangente darstellen (Reihenentwicklung für die cos-Kurve).

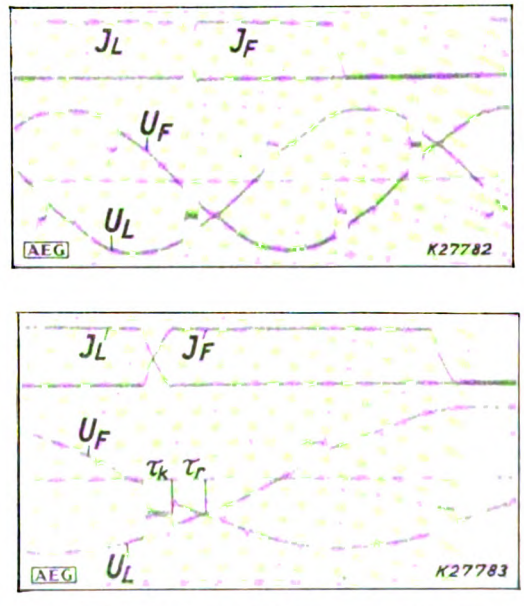


Abb. 5. Verlauf der Ströme und Spannungen in einem Drehstrom-Graetz-Wechselrichter.

Betrachten wir den Wechselrichterbetrieb mit Aufrechterhaltung der Stromrichtung und Umkehr der Gleichspannungspolarität, so erkennen wir aus der Darstellung Abb. 4 sofort, daß die Kommutierung jetzt vor dem Schnittpunkt der Spannungen U_L und U_F, also vor dem Nulldurchgang von U_K begonnen und beendet sein muß. Denn das Rohr L kann nur gelöscht werden, wenn seine Kathode

[1] I. Langmuir, Gen. electr. Rev. Bd. 26, S. 731 (1923). — D. C. Prince, Gen. electr. Rev. Bd. 31, S. 348 (1928).

Digitized by Google

ein höheres Potential erhält als seine Anode, also nur, wenn $U_L < U_F$. Nach dem Nulldurchgang von U_K wird die Anodenspannung U_{A_L} des Rohres L wieder positiv (Abb. 4), das Rohr muß also durch negative Gitterspannung am Wiederzünden verhindert werden. Die Kommutierung beginnt im Augenblick t_1 und ist beendet zur Zeit t_2. Der Verlauf der Ströme I_L und I_F während der Kommutierungszeit τ_k errechnet sich wieder aus der Gl. (8): I_L und I_F sind die Integralkurven des sinusförmigen Kurvenabschnittes U_K innerhalb τ_k, also in guter Annäherung Parabelbögen mit von t_1 nach t_2 abnehmender Steigung (vgl. die von t_1 nach t_2 zunehmende Steigung von I_L und I_F bei der Gleichrichterkommutierung, Abb. 3).

Das Oszillogramm Abb. 5 gibt den Verlauf der Spannungen und Ströme in einem Dreiphasen-Graetz-Wechselrichter wieder. Um die Übereinstimmung mit der Rechnung zu zeigen, ist die Kommutierung unten noch einmal mit größerer Schreibgeschwindigkeit aufgenommen.

Es muß nun noch die Entionisierung der Entladungsstrecken bei der Wechselrichter-Kommutierung berücksichtigt werden. Die positiven Ladungsträger der Entladung verschwinden nicht in unendlich kurzer Zeit; es vergeht vielmehr die endliche Zeit τ_f, bis die positive Ionenhülle[2] um das Gitter beseitigt, die Steuerfähigkeit des Gitters also wieder hergestellt ist. Die „Freiwerdezeit" τ_f hängt ab von der Größe des Stromes beim Beginn der Löschung, von der Temperatur, der Höhe der Gitterspannung, dem äußeren Widerstand des Gitterkreises und von der Geometrie des Entladungsgefäßes[3]. τ_f hat bei Hg-Dampf-Entladungsgefäßen die Größenordnung 0,1 ··· 1 ms (1 ··· 10 % der Halbperiode bei 50 Hz). Würde man die Kommutierung so spät beginnen, daß I_L erst im Nulldurchgang von U_K zur Zeit t_3 auf Null verklungen ist, so könnte nach t_3 die Anode L nicht mehr gesperrt werden; die wieder einsetzende Entladung der Anode L würde also einen Kurzschluß einleiten. Deshalb ist in Abb. 4 die Kommutierung (in t_1) so früh begonnen, daß zwischen t_2 und t_3 eine für die Entionisierung ausreichende Ruhezeit τ_r eingeschaltet ist: es muß $\tau_r > \tau_f$ sein. Während der Zeit τ_r liegt eine negative Spannung U_{A_L} an der Anode L.

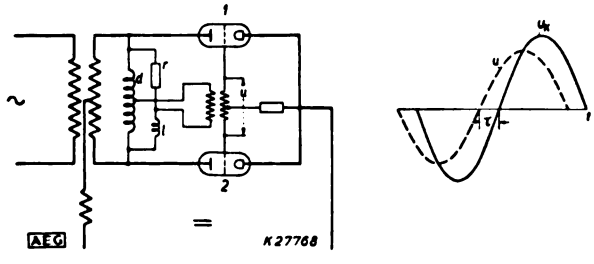


Abb. 6. Gittersteuerung eines Einphasen-Wechselrichters.

Damit sind die Bedingungen festgelegt, die die Gittersteuerung im Wechselrichterbetrieb erfüllen muß. Die Spannung am Gitter der Anode F muß im Augenblick t_1 den „kritischen Wert" erreichen, der die Zündung von F zuläßt, also z. B. in t_1 vom Negativen durch Null ins Positive gehen, wenn die kritische Gitterspannung für F Null ist. Es muß die Gitterspannung u_F also offenbar um $\tau_k + \tau_r = \tau$ gegen die kommutierende Spannung U_K voreilen. Bei einem Einphasen-Vollweg-Wechselrichter (Abb. 6) kann man die Voreilung der Gitterspannung z. B. erzwingen durch die phasendrehende Brückenschaltung d, l, r, bei der zwischen dem Mittelpunkt der Drossel d und dem Verbindungspunkt eines Wirkwiderstandes r und eines Blindwiderstandes l eine gegen die Netzspannung entsprechend phasenverschobene Spannung abgegriffen und den Gittern der Entladungsgefäße *1* und *2* transformatorisch zugeführt wird. Es ist zweckmäßig, die Größe der Gittervoreilung vom Strom abhängig zu machen, weil τ mit wachsendem Strom zunehmen muß; die stromabhängige Phasendrehung kann leicht auf rein elektrischem Wege zu einer selbsttätigen gemacht werden.

In Abb. 7 ist der Verlauf von Strom I und Spannung U des Einphasen-Vollweg-Wechselrichters unter Berücksichtigung der Kommutierung gezeichnet. Der Gleichstrom ist dabei wieder als wellenlos angenommen. Während der Kommutierungszeit τ_k ist der Transformator über die beiden Anoden kurzgeschlossen, die Spannung U also Null. Nach der Kommutierung ist von t_2 bis t_3 der Strom I umgeschaltet, die Spannung U hat aber noch bis zu ihrem Nulldurchgang in t_3 die alte Polarität. Daraus ergibt sich der Verlauf der Leistung N: von $t = 0$ bis $t = t_1$ fließt Leistung aus dem Gleichstromnetz ins Wechselstromnetz (Wechselrichterbetrieb); die übertragene Arbeit ist dabei durch die senkrecht schraffierte Fläche

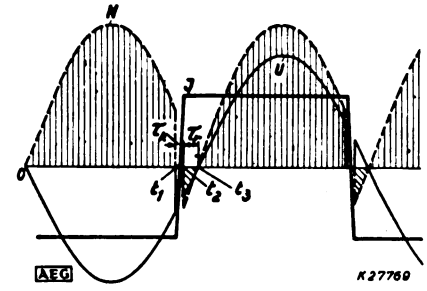


Abb. 7. Verlauf der Leistung beim Einphasen-Wechselrichter.

gegeben. Nach Beendigung der Kommutierung fließt von t_2 bis t_3 die Leistung N in der umgekehrten Richtung aus dem Wechselstromnetz ins Gleichstromnetz (Gleichrichterbetrieb); es wird also die durch schräge Schraffur angedeutete Arbeit wieder zurück ins Gleichstromnetz geliefert. Die je Halbwelle vom Gleichstromnetz ins Wechselstromnetz gelieferte Arbeit ist durch die Differenz der Flächen oberhalb und unterhalb der Zeitlinie gegeben.

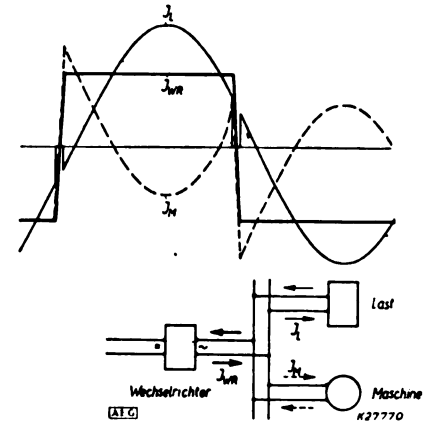


Abb. 8. Aufteilung der Ströme.

Zum Schluß soll noch die Umbildung des vom Wechselrichter gelieferten, nicht sinusförmigen Stromes in die Stromkurvenform besprochen werden, die der Wechselstromverbraucher verlangt. In Abb. 8 ist als Belastung für den Einphasen-Wechselrichter ein ohmscher Widerstand angenommen: Der Laststrom I_L hat also, abgesehen von der Kommutierungslücke, sinusförmigen Verlauf, entsprechend der Spannung U von Abb. 7. Der Wechselrichter liefert den trapezförmigen Strom I_{WR}; den Differenzstrom $I_{WR} - I_L = I_M$ müssen also die Maschinen des Einphasennetzes führen. Will man den verzerrten Strom I_M von der Einphasenleitung fernhalten, so schaltet man dem Wechselrichter wechselstromseitig eine Synchronmaschine parallel; diese „Taktgebermaschine" kann leer mitlaufen und die Lieferung der Blindleistung für induktive oder kapazitive Einphasenverbraucher mitübernehmen. In energetischer Beziehung hat sie die Aufgabe, die zeitlich $\sin^2$-förmigen Pulsationen der Einphasenleistung zu puffern und an die konstante Leistungslieferung des Gleichstromnetzes anzupassen[4].

Bei dreiphasigen netzgeführten Wechselrichtern werden die Verzerrungsströme zur Kurvenumbildung kleiner. Die Drehstrommaschinen haben dann nur noch die relativ kleinen Verzerrungsströme für die Umbildung der treppenförmigen Wechselrichterströme in die sinusförmigen Verbraucherströme zu führen. Die Mehrphasen-Wechselrichter sollen in einer späteren Arbeit behandelt werden.

[2] Vgl. Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50, S. 317 (1932).
[3] Electr. Engng. Bd. 51, S. 312 (1932).
[4] Wie Fußnote 2.

Digitized by Google

Eine neue Kabeltype, das T-SO-Kabel.

Von Dr.-Ing. **Ludwig Tschiassny**, Preßburg.

Übersicht. Es wird eine neue Kabeltype beschrieben, welche sich durch niedrigen Materialverbrauch und Anpassungsfähigkeit ihrer Form an die jeweiligen Preise der verschiedenen Rohstoffe auszeichnet.

Bei einem Einleiterkabel erfordert die Kreiszylinderform des Kupferleiters den geringsten Aufwand für Isolation und Blei; sie bietet die günstigste Querschnittsfläche. Bei dem Mehrleiterkabel mit kreiszylindrischen Leitern und kreiszylindrischem Bleimantel wird durch die Kreisform des Leiterquerschnittes ein kleinster Aufwand lediglich an Leiterisolation erzielt, während die Zwickel einen nutzlosen Mehraufwand bedeuten und die die isolierten Leiter gemeinsam umhüllenden Schichten (im folgenden „Hüllschichten" genannt) unnütz groß werden.

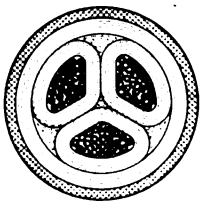


Abb. 1. Sektorkabel mit Gürtelisolation.

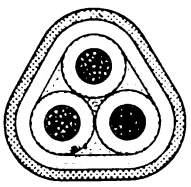


Abb. 2. SO-Kabel mit Gürtelisolation.

Abb. 3. T-SO-Kabel mit Gürtelisolation.

Dem Bestreben, den Gesamtaufwand an Material für Leiter und Hüllschichten herabzusetzen, dienten bisher zwei Wege:

a) Die Zwickel werden durch sektorförmige Gestaltung der Leiter im Wesen beseitigt (Sektorkabel, Abb. 1). Hierbei wird aber in Kauf genommen, daß die Sektorform des Leiterquerschnittes einen unnütz großen Umfang bedingt. Dies folgt aus der Geometrie von selbst. Der Aufwand an Leiterisolation wird also gegenüber dem günstigsten Aufwand bei Kreiszylinderform stark vergrößert und an Stelle eines Teiles der entfallenen Zwickelflächen schleicht sich zwangläufig eine größere Fläche für die Leiterisolation in den Kabelquerschnitt ein. Außerdem haben die Hüllschichten eine unnütz große Querschnittsfläche zu umhüllen.

b) Man bleibt bei der günstigen Kreiszylinderform des Leiters, verzichtet auf die Kreiszylinderform der Hüllflächen und verringert dadurch die Zwickelflächen wesentlich, ohne an ihrer Stelle eine Vergrößerung der Leiterisolation in Kauf nehmen zu müssen (SO-Kabel[1], Abb. 2). Es verbleiben bei dieser Konstruktion immerhin noch für die Funktion des Kabels nutzlose Zwickelflächen.

Die ideale, praktisch allerdings nicht durchführbare Lösung des Problems wäre das Einmantel-Mehrleiterkabel bei Beseitigung aller Zwickelflächen unter Beibehaltung der kreiszylindrischen Form sämtlicher Aufbauteile. Dieser idealen Lösung kommt das von H. Sonnenfeld jüngst eingeführte T-SO-Kabel[2] um einen wesentlichen Schritt näher als alle bisher bekannten Kabeltypen. Wie aus Abb. 3 ersichtlich, ist die T-SO-Type eine Kombination der bekannten SO-Type mit dem Sektorkabel. Der T-SO-Sektorquerschnitt kommt einem Kreisquerschnit durch seine beiden 90 °-Winkel bedeutend näher als der normale Sektor. Die Zwickelflächen sind wesentlich verringert.

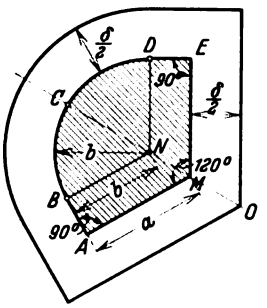


Abb. 4. T-SO-Kabelleiter.

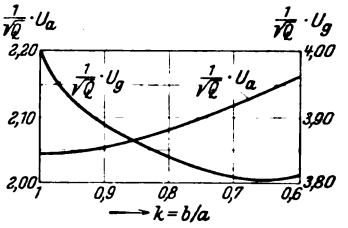


Abb. 5. Abhängigkeit von U_a und U_g von k.

Abb. 4 zeigt den T-SO-Leiter in seiner theoretischen Querschnittsform ohne Abrundungen. Durch Veränderung des Verhältnisses b/a bei gleichbleibendem Leiterquerschnitt kann die Leiterform geändert und den jeweiligen Preisen der Rohstoffe des Kabels so Rechnung getragen werden, daß der gesamte Materialaufwand möglichst klein wird. Dies ist ein für das T-SO-Kabel typischer Vorteil.

Bezeichnet man die Länge des Linienzuges *ABCDE* als Außenumfang des Leiters mit U_a und den Gesamtumfang des Leiters *ABCDEMA* mit U_g, so ist, wie eine nähere Rechnung ergibt, der Aufwand K_a für eine Hüllschicht durch Gl. (1) und der Aufwand K_L für die Leiterisolation einschließlich Zwickel durch Gl. (2) gegeben, wobei c_1, c_2, c_3, c_4 von der Leiterform unabhängige Konstanten sind.

$$K_a = c_1 + c_2 U_a \tag{1}$$

$$K_L = c_3 + c_4 U_g. \tag{2}$$

Die Abhängigkeit von U_a und U_g von dem die Leiterform kennzeichnenden Verhältnis $k = b/a$ zeigt Abb. 5; hierbei bedeutet Q den Vollquerschnitt der theoretischen Leiterform (ohne Vorhandensein von Abrundungen).

Aus Abb. 5 sieht man, daß der Aufwand für eine Hüllschicht bei $k = 1$, der Aufwand an Leiterisolation einschließlich Zwickel jedoch bei $k = 0{,}634$ ein Minimum besitzt. Der gesamte Materialaufwand für das Kabel hat somit für einen Wert k_{opt}, der zwischen $k = 1$ und $k = 0.634$ liegt, ein Minimum. Die nähere Rechnung liefert für k_{opt} die Formel

$$k_{opt} = \frac{1}{1 + \frac{A}{A+B} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}}, \tag{3}$$

wobei unter A das Produkt von Dicke, spez. Gewicht und Preis je Gewichtseinheit der Leiterisolation zu verstehen ist und unter B die Summe der entsprechenden Produkte für die Hüllschichten.

[1] Siehe z. B. Konstantinowsky, Elektrotechn. u. Maschinb. Bd. 47, S. 778 (1929). — Weiß, ebenda Bd. 47, S. 673 (1929). — Konstantinowsky, Conf. Int. des Grands Réseaux Electr. 1929, Bericht 13, ferner ETZ 1931, S. 1149.

[2] Pat. angem.

Zahlentafel 1. Flächeninhalt des getränkten Papiers, Umfang unter Blei sowie Gewicht der verschiedenen Kabeltypen für sinngemäß nach den VDE-Vorschriften entworfene H-Kabel.

Kabel			T-SO-Kabel	Sektorkabel	SO-Kabel	Rundleiterkabel mit Rundmantel	Dreimantel-Dreieckkabel
3 · 120 mm² 30 kV d_{ls} = 8 mm	Flächeninhalt des getränkten Papiers	absolut mm²	1916	2158	2051	2870	1698
		relativ	100	112,6	107,0	149,8	88,6
	Umfang unter Blei	absolut mm	174,8	177,8	182,9	201,3	278,4
		relativ	100	101,7	104,6	115,2	159,3
	Gewicht	absolut kg/100 m	1494,2	1538	1548,7	1786,8	1650,9
		relativ	100	102,9	103,7	119,6	110,5
3 · 120 mm² 60 kV d_{ls} = 14 mm	Flächeninhalt des getränkten Papiers	absolut mm²	4202	4870	4391	5988	3711
		relativ	100	115,9	104,5	142,5	88,3
	Umfang unter Blei	absolut mm	248,5	256,2	256,2	282,5	391,5
		relativ	100	103,1	103,2	113,7	157,5
	Gewicht	absolut kg/100 m	2342,8	2467,6	2412,1	2816,7	2525,9
		relativ	100	105,3	102,9	120,2	107,8

Digitized by Google

Zahlentafel 1 zeigt deutlich die Wirtschaftlichkeit des T-SO-Kabels. Um den Vergleich auch auf Dreimantelkabel ausdehnen zu können, wurden als Beispiele in allen Spalten der Tafel nicht Gürtelkabel, sondern H-Kabel in Betracht gezogen. Beim Vergleich mit dem Dreimantelkabel sollte nicht übersehen werden, daß bei letzterem die Bleistärke und somit der Schutzwert des Bleimantels erheblich geringer sind als bei allen Einmantelkabeln.

Abgesehen von vermindertem Materialbedarf bietet das T-SO-Kabel eine Reihe von weiteren Vorzügen: Seine Biegsamkeit ist hoch, der Wärmeabfluß aus dem Kabelinnern ist erleichtert, und zwar infolge des gedrungenen Querschnitts, und die Strombelastbarkeit ist hierdurch erhöht. Die besondere Form des T-SO-Kabels ermöglicht das Einlegen von Metallfolien zwischen die isolierten Leiter. Dadurch kann die Strombelastbarkeit noch weiter erheblich verbessert werden. Die Leiterform des T-SO-Kabels weist an keiner Stelle spitze Winkel auf. Dadurch legen sich die Isolationspapiere viel gleichmäßiger an den Leiter an als bei den bisher üblichen Sektorkonstruktionen. Die Isolation wird gleichmäßiger, daher verläßlicher.

Zusammenfassend ergibt sich im T-SO-Kabel eine sehr beachtenswerte neue Kabeltype, welche sich durch besonders niedriges Gewicht und durch Anpassungsfähigkeit an die Schwankungen in den Kosten der Rohstoffe auszeichnet.

Die Saaletalsperre*.

Von Oberbaurat Dipl.-Ing. H. Kyser, Weimar.

(Schluß von S. 672.)

Die elektrischen Maschinen bestehen aus zwei eng zusammengebauten, vollständig geschlossenen Synchronmaschinen, einer großen für 25 000 kVA bei $n = 176{,}5$ U/min und einer kleinen für 12 500 kVA bei $n = 150$, für 10 kV Klemmenspannung.

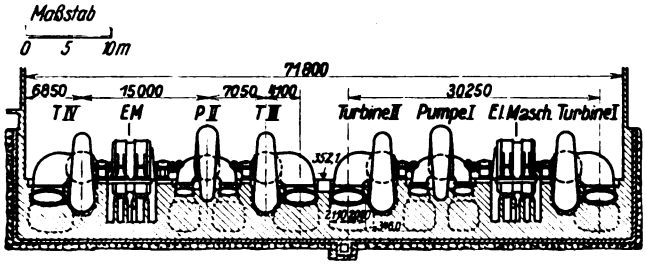


Abb. 7. Schnitt durch die zwei Maschinengruppen des Hauptkraftwerkes.

Die Erregermaschine ist, um an Baulänge zu sparen, für beide Maschinen gemeinsam und baulich so in die kleinere Synchronmaschine eingegliedert, wie es die Abmessungen nur irgend gestatten.

Um alle Betriebsmöglichkeiten auszuschöpfen, wurde noch verlangt, daß auch die Turbinen bei $H = 26{,}7$ bis $H = 40{,}0$ m Nutzfallhöhe mit der kleineren Drehzahl arbeiten können. Sie entwickeln dann eine Leistung von 12 500 kW an der Generatorwelle.

Die außerordentliche Beschränktheit der Baustelle insbesondere quer zur Flußachse einerseits, die Betriebs- und Wirtschaftsverhältnisse des Gesamtwerkes anderseits forderten weiter eine Entscheidung über die Verwendung einer unter Last schaltbaren Kupplung zwischen der Pumpe und den anderen Maschinen. Die Wirkungsgradermittelungen ohne und mit ständig mitlaufender Pumpe bei etwa 1000 Jahresbetriebstunden gegenüber dem Kapitaldienst und den Unterhaltungskosten für die Kupplung selbst, ferner die Mehrbaukosten für das Maschinenhaus lieferten das Ergebnis, daß auf die Kupplung ohne Bedenken verzichtet werden konnte. Für den Fall, daß die Wasserverhältnisse im Sperrsee zusammen mit den Anforderungen für die Wasserabgabe die Benutzung der Pumpen über einen längeren Betriebszeitraum vermeiden lassen, ist ihre mechanische Trennung vom übrigen Maschinensatz durch Lösen einer Flanschenkupplung vorgesehen. Im Hinblick auf die dann eintretende Verlagerung der elastischen Wellenlinie wurde diesem Betriebszustande besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Die zwischenzeitlich vorgenommenen Versuche haben erwiesen, daß auch dieser Maschinenzustand betriebsfähig und betriebsicher ist.

Um den Gesamtwirkungsgrad des Maschinensatzes zu verbessern und gefährliche Wassertemperaturen im Gehäuse beim Mitlaufen der Pumpen- bzw. der Turbinenlaufräder leer im Wasser zu verhüten, hat sich die Firma Voith, die die gesamten Wasserkraftanlagen geliefert hat, entschlossen, den Wasserspiegel im Pumpengehäuse bei Turbinenbetrieb und in den Turbinengehäusen beim Pumpenbetrieb durch Einführen von Preßluft abzudrücken, so daß die Laufräder dann in Luft waten. Auch diese Maßnahme hat sich bisher einwandfrei bewährt. Die Wirkungsgradbestimmungen sind indessen noch nicht durchgeführt worden, so daß über das wirtschaftliche Ergebnis zur Zeit nicht berichtet werden kann.

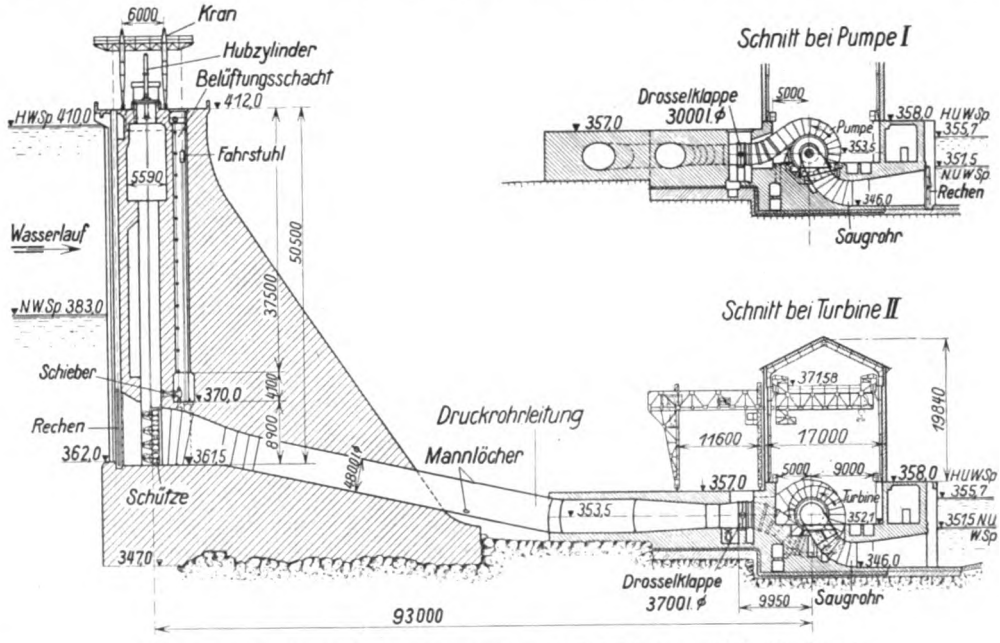


Abb. 8. Schnitt durch die Hauptsperrmauer, die Rohrleitung und das Kraftwerk.

Abb. 7 zeigt den Längsschnitt durch die Maschinen, und Abb. 8 den Schnitt durch die Sperrmauer und das Krafthaus. Das Maschinenhaus hat eine Länge von 71,8 m, eine Breite von 17 m und eine Höhe von 33 m. Zwei

* Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 28. II. 1933. Eine Besprechung fand nicht statt.

Digitized by Google

Kräne von je 100 t Tragfähigkeit bestreichen den Maschinensaal.

Bevor in der Besprechung der Kraftwerkseinrichtungen fortgefahren wird, sollen nunmehr erst das Einlaufbauwerk und die Rohrleitungen kurz behandelt werden.

Jeder Maschinensatz hat einen Rohrstrang erhalten. Das Einlaufbauwerk besteht aus zwei Einläufen, die je durch eine Mittelwand nochmals senkrecht unterteilt sind, da sonst die Rechen zu gewaltige Abmessungen erhalten mußten. Jeder Einlauf ist 10,0 m hoch und 9,0 m breit. Er liegt mit seiner Sohle auf + 362 m ü. N. N. und

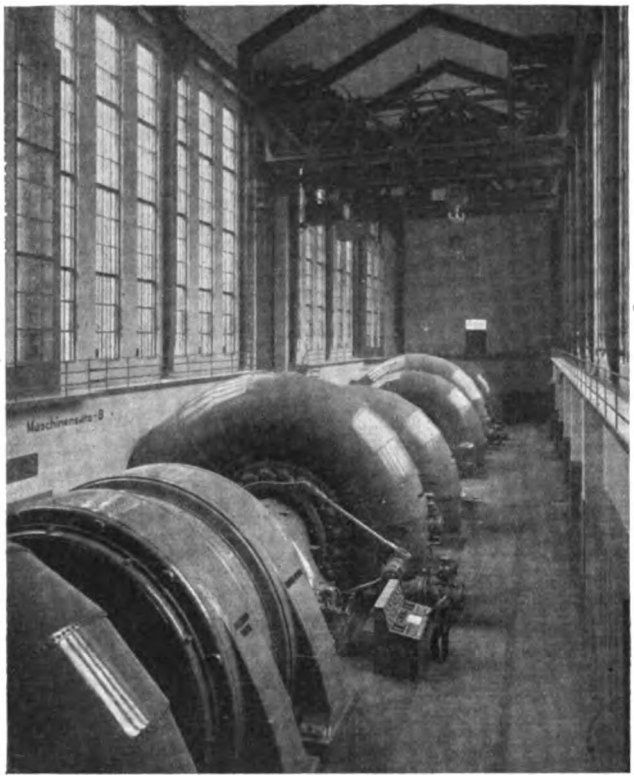


Abb. 9. Blick in den Maschinensaal.

somit 48 m unter höchstem Wasserspiegel + 410 m ü. N. N. Hinter den Rechen bewegen sich die Schützentafeln in den Abmessungen von je 8 · 8 m. Jede Schützentafel hat ein Gewicht von rd. 65 t und wird mittels Drucköles, das in dem Steuerhäuschen auf der Sperrmauer für jede Schützentafel durch einen gesonderten Pumpensatz erzeugt wird, gehoben und gesenkt. Die normale Öffnungszeit für eine Schütze beträgt rd. 20 min, wenn nur der zugehörige Pumpensatz benutzt wird. Werden beide Pumpensätze auf einen Antrieb geschaltet, geht die Hubzeit auf die Hälfte zurück. Zum Losreißen der gesenkten Schütze von der Dichtung sind 100 at, im Ruhezustand für die geöffnete Schütze 60 at Öldruck erforderlich. Das Füllen der Rohrleitung erfolgt über einen besonderen Füllschieber in 15 min. Im Notfall kann jede Schützentafel vom Steuerhäuschen, von den Steuerpulten des Kraftwerkes, von besonderen Druckknöpfen an den Ausgängen des Maschinenhauses und vom Umspannwerk sofort zum Schnellabsinken gebracht werden. Die Fallzeit beträgt dann 22 s gegen vollen Wasserdruck und bei voll im Betrieb befindlichem Maschinensatz.

Der Montagekran auf der Sperrmauer für 25 t Tragkraft, der zum Zusammenbau der maschinellen Anlagen des Einlaufbauwerkes diente, hat für den Betrieb die Aufgabe, die Rechen zu bewegen und die Dammtafeln einzusetzen, die für den Abschluß der Einlaufkammern an Stelle der Rechen treten, wenn die Rohrleitung untersucht und die Schützentafel zur Überprüfung nach oben gehoben werden soll.

Zur ständigen Betriebsüberwachung des Schließvorganges der Schützentafeln sind entsprechende Prüfeinrichtungen vorhanden. Beim Nachlassen des Ruheöldruckes über ein bestimmtes Maß und dem daraus eintretenden Absinken des Rollschützes werden Meldeeinrichtungen betätigt, die die Betriebsleitung sofort auf diesen Zustand aufmerksam machen. Das ist insbesondere für den Pumpenbetrieb von größter Bedeutung. Für den Fall, daß nicht schnell genug eingegriffen werden kann, wird beim Weitersinken des Rollschützes der Netzschalter des Synchronmotors ausgelöst, sofern der Maschinensatz zum Pumpen im Betrieb ist. Für diese Gefahr- und Betätigungstromkreise ist Gleichstrom aus einer Batterie vorgesehen worden.

Die Rohrleitung besteht aus gekupfertem Stahlblech. Jeder Rohrstrang beginnt mit der nicht druckfest hergestellten Einlauftrompete in den Abmessungen 8 · 8 m mit quadratischem Querschnitt und besonderer Verankerung, der auf den runden Rohrdurchmesser von 4,8 m allmählich übergeführt wird. Vor dem Maschinenhause innerhalb des sogenannten Drosselklappenplatzes verzweigt sich jeder Rohrstrang in drei Wege, von denen 2 zu den Turbinen und einer zu der Pumpe führt. Jedes dieser Verteilungsrohre hat eine Drosselklappe erhalten, die ebenfalls gegen vollen Druck mittels Drucköles gesteuert werden kann.

Die Montage der Druckrohre war im Hinblick darauf, daß sie gleichzeitig mit dem Hochbetonieren der Sperrmauer und später mit dem Betonieren des Maschinenhausfundamentes geschehen mußte, eine Aufgabe größter technischer und baulicher Umsicht, die von der Lieferfirma, der Dinglerschen Maschinenfabrik, Zweibrücken, zusammen mit den Baufirmen und der Bauleitung in hervorragender Weise nach dem festgelegten Bauplan gelöst worden ist.

Das Maschinenhaus. Abb. 9 zeigt einen Blick von der Besichtigungsgalerie auf die Maschinen. An dem Vergleich des Maschinenwärters mit den Maschinen sind die riesigen Abmessungen letzterer deutlich erkennbar. Die Turbinen liegen 5,5 m, die Pumpen rd. 6,0 m über Maschinenflur.

In einem Raum unter dem Drosselklappenplatz sind sämtliche Hilfsmaschinen aufgestellt (Hilfsmaschinenraum). Zu diesen zählen die maschinellen Einrichtungen für die Kühlwasserbeschaffung und -reinigung zur Lager- und Spaltkühlung, die Drucköl pumpen für die Drosselklappen, die Reglerölpumpen und die Kompressoren für die Druckluftbereitung mit den zugehörigen Windkesseln. Für jeden der beiden Maschinensätze sind zwei Ölpumpensätze und ein Kompressor vorhanden. Ein Ölpumpensatz zusammen mit einem Kompressor wird durch einen Drehstrommotor, der zweite durch eine Turbine angetrieben. Für gewöhnlich wird mit Strom gefahren, der aus dem Burgkhammerkraftwerk, das die Hausturbinenanlage ersetzt, oder aus dem Netz des Thüringenwerkes zur Verfügung steht. Versagt der Elektromotor, so wird selbsttätig auf die Turbine umgeschaltet, ohne daß der Betrieb gestört wird.

Der Öldruck zum Öffnen einer Drosselklappe im Augenblick des Anlaufes beträgt 100 ··· 110 at, der Ruhedruck 60 at. Der zum Abdichten der Drosselklappe eingebaute Luftschlauch steht unter 10 ··· 12 at. Die Schließzeit einer Drosselklappe liegt etwa bei 1,5 min.

Die Synchronmaschinen sind, wie bereits kurz erwähnt, in ihrer Leistung verschieden. Die Hauptmaschine erzeugt 25 000 kVA und läuft mit 176,5 U/min, die zweite Maschine soll vornehmlich als Synchronmotor arbeiten und die Pumpe antreiben; sie läuft bei einer Leistung von 12 500 kW mit 150 U/min. Diese Maschine wird bei Druckhöhen von 28 ··· 41 m für den Pumpenbetrieb benutzt, bei größeren Druckhöhen von 41 ··· 50 m arbeitet die große Maschine als Motor mit 176,5 U/min. Im Turbinenbetrieb arbeitet in der Hauptsache nur die große Maschine als Generator.

Die Synchronmaschinen bilden durch die Gestaltung ihres Zusammenbaues nach außen ein Ganzes. Die Elektrizitätsfirmen Brown, Boveri und Bergmann für je eine große Maschine, Sachsenwerk für die beiden kleinen Maschinen haben vortrefflich zusammengearbeitet. Auf besondere Einzelheiten der Synchronmaschinen soll nicht näher eingegangen werden. Die Maschinen saugen ihre Frischluft aus dem Freien und geben die Warmluft entweder in das Maschinenhaus oder ebenfalls an der der Sperrmauer zugekehrten Längswand des Maschinenhauses ins Freie ab. Die Abluftkanäle liegen im Maschinensaal, sind an der Längswand bis unter das Dach geführt und, um die Fenster nicht zu verdecken, als glasgeschlossene Kanäle ausgebildet. Diese Glaskanäle fallen im Maschinensaal in keiner Weise auf.

Der Schutz jeder Synchronmaschine besteht aus Wicklungs-, Windungs-, Erdschluß- und Überstromschutz. Die Spannungsregelung erfolgt durch Thoma-Regler. Die Erregermaschinen haben Ossanna-Schaltung. Das Synchronmaschinen-Schaltbild für das Kraftwerk selbst zeigt Abb. 10. Nach diesem ist, um wiederum größte Beweglichkeit zu erhalten, eine wechselseitige Umlegung der

Digitized by Google

Maschinen auf die zum Umspannwerk führenden Kabel möglich.

Die Steuerung jedes Maschinensatzes erfolgt von einem einzigen Steuerpult aus (Abb. 9). Gute Übersicht ist über den ganzen Maschinensaal gegeben. Vom Steuerpult aus werden die Drosselklappen geöffnet und geschlossen, ihre Bewegungen an Druckmessern überwacht, die Turbinengehäuse und Pumpengehäuse gefüllt, belüftet oder entlüftet, das Anlassen und Abstellen besorgt, die Temperaturen überwacht, die Gefahrmeldeanlage beobachtet und der ganze Maschinenbetrieb nach den Befehlen geregelt, die die Warte des Umspannwerkes erteilt. Die Meldeform mit Leuchtfächern, Rückmeldung und Quittierung ist übersichtlich, sie ergibt ruhige, sichere Betriebsführung. Das Zusammenfassen aller Betriebshandlungen auf einem Steuerpult für jeden Maschinensatz hat sich bisher in jeder Weise bewährt. Es ermöglicht auch die Ersparnis an Betriebspersonal, gibt schnellste Übersicht über Betriebsvorkommnisse, den Ort dieser und die zu treffenden Entschlüsse. Von den Lastverhältnissen des Netzes und der Maschinengruppe bleibt der Maschinenwärter unberührt, kann also nicht ohne weiteres eingreifen und gegebenenfalls Fehlschaltungen machen. Fernsprecher und die erwähnte Befehlseinrichtung bringen ihn in sofortige ruhige Verbindung mit der Warte des Umspannwerkes. Das Parallelschalten, Leistungsregeln usw. erfolgt nur in der Warte, auch die Spannungsüberwachung, das Einsetzen der Pumpen u. dergl. Die bisherigen Betriebsversuche haben ergeben, daß aus vollem Stillstand des Werkes ein Maschinensatz unter der Voraussetzung, daß die Rohrleitung bis zur Drosselklappe gefüllt ist, in 3 min auf das Netz parallelschaltbereit ist. Dazu sind nur 2 Mann Bedienung im Kraftwerk erforderlich. Anordnung und Ausgestaltung der Steueranlagen zeigen also, daß man auch ohne selbsttätiges Arbeiten des Gesamtwerkes bis zum Parallelbetrieb in angemessener Zeit auskommen kann, zumal zu berücksichtigen ist, daß nach allgemein gehandhabten Betriebsregeln bei Störungen das erneute Zuschalten zumeist erst nach 3 min vorgenommen wird.

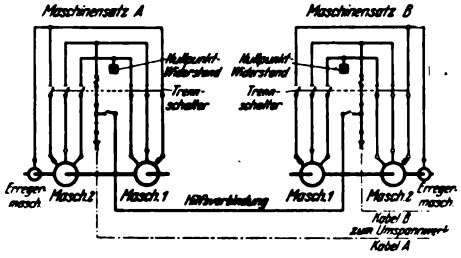


Abb. 10. Schaltplan für die wechselseitige Umschaltung der Maschinen auf die Kabel zum Umspannwerk.

Da der Hilfsmaschinenraum in der senkrechten Mittelachse des Maschinenraumes liegt, hat er seine Bedienungsbühne zu ebener Erde im Maschinensaal erhalten. Bei Befehlsempfang irgendwelcher Art erscheint im Blickfeld des Hilfsmaschinenraumes eine große Leuchttafel, die dem Bedienungsmann ebenfalls sofort zeigt, zu welcher Maschinengruppe und zu welchem Steuerpult er sich zu begeben hat.

Ein wiederum nicht leicht zu lösender Anlageteil war die Leitungsverbindung zwischen Kraftwerk und Umspannwerk, zumal bei steil ansteigender Felswand ein Höhenunterschied von rd. 80 m zu überwinden war. Freileitung wurde verworfen, weil das Landschaftsbild zu empfindlich gestört worden wäre. Zudem liegen das Kraftwerk und das Umspannwerk in einer Gewitterzone; infolgedessen sollten Betriebstörungen, die etwa mit einer Freileitung hätten verbunden sein können, vermieden werden. Aus diesen Gründen, zu denen noch einige andere hinzutraten, wurde die Kabelverbindung gewählt. Alle Gesichtspunkte für die Verlegung und den Betrieb von 10 kV-Kabeln auf stark geneigter Ebene, ausgesetzt sehr starker Sonnenbestrahlung, Kälte bis zu 30 ° C, Regen, Schnee, Steinschlag und dergleichen, mußten auf das sorgfältigste berücksichtigt werden. Es sind aluminiumarmierte Einleiterkabel der Rheinischen Draht- und Kabelwerke, Köln, mit einem Querschnitt von 800 mm² je Phase bei 10 kV verketteter Spannung verlegt, je Phase 2 Stück, also 6 Stück für einen Maschinensatz, zu denen noch ein siebentes Kabel als Reserve umschaltbar durch Klemmenverbindungen auf jedes Kabel hinzugelegt wurde. Die Kabel sind in einem aus armiertem Beton hergestellten Kabelkanal, der am Hang den Geländefalten folgend hochgeführt ist (Abb. 1), verlegt. Der Kabelkanal ist bequem begehbar. In diesem sind auch alle Steuer-, Melde- und Fernsprechkabel untergebracht. Um möglichst gleichmäßige Temperatur im Kabelkanal zu erhalten, kann er unter Zwischenschaltung eines Lüfters aus dem Maschinenhaus belüftet werden. Temperaturmesser zeigen die Temperatur im Kabelkanal an. Auf dem Umspannwerksplatz endet dieser Kabelkanal in zwei Eisenblechhäuschen, in welchen die Trenn- und Expansionsschalter zum Abtrennen der Kabel von der Umspannwerks-Schaltanlage untergebracht sind. Hier hat auch der Lüfter Aufstellung gefunden.

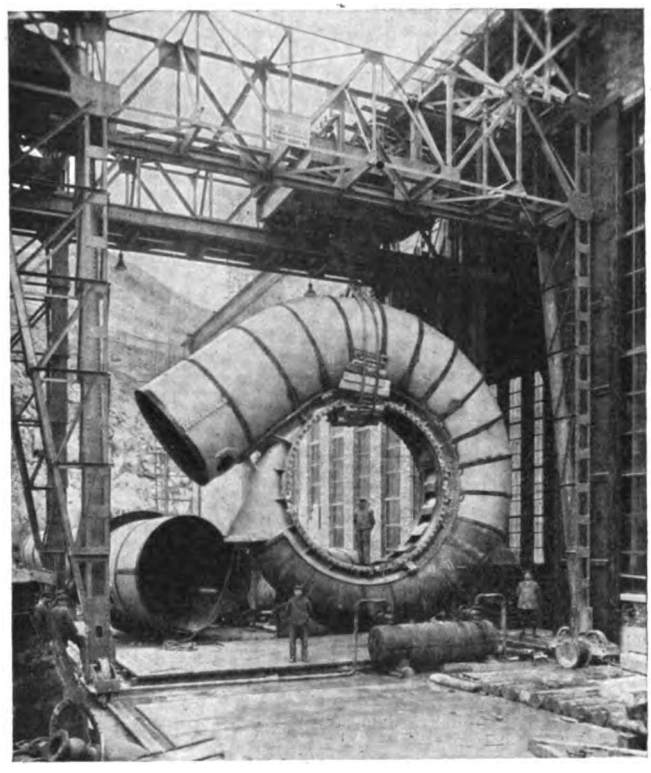


Abb. 11. Einbringen eines Pumpengehäuses mit der Laufkatze des Maschinenhauskranes in das Krafthaus.

Für die Montage der Maschinen des Kraftwerkes ist vom Umspannwerk zum Krafthaus ein Schrägaufzug für 60 t Traglast gebaut worden, der zukünftig für den Verkehr zum Kraftwerk herangezogen werden soll. Bei diesem Schrägaufzug endet das Schwertransportgleis der Schleizer Kleinbahn mit Normalspur. Über dieser Endstelle befindet sich ein Kran von ebenfalls 60 t Tragfähigkeit. Auf dem Drosselklappenplatz bewegt sich ein Portalkran mit zwei Katzen, eine für 25 t, die zweite für 100 t Tragfähigkeit. Die letztere ist gleichzeitig die Katze eines der beiden Maschinenhauskräne, die durch das große Tor des Maschinenhauses vom Portalkran auf den betreffenden Maschinenhauskran überfahren kann (Abb. 11). Die Doppelverwendung der Maschinenhauskatzen und die Ausrüstung des Portalkranes mit einer leichteren Montagekatze hat sich vorzüglich bewährt. Die Maschineneinzelstücke bis zu 60 t Gewicht konnten so ohne wesentliche Handarbeit nur unter Benutzung der Krane und des Schrägaufzuges von der Maschinenfabrik bis unmittelbar auf den eigentlichen Montageplatz gebracht werden. Die strenge Überwachung und Zeiteinteilung für die Benutzung der Krane und Transporteinrichtungen gestattete eine bedeutende Montageersparnis, obgleich in der Hauptmontagezeit drei, zeitweilig sogar vier Firmen mit schwersten Stücken in Montage waren und das Schwertransportgleis auch noch für den Tiefbaubetrieb in Anspruch genommen war.

Das Umspannwerk, das für alle 3 Spannungen 10/50/100 kV Expansionsschalter mit Druckluftantrieb erhalten hat, wird in einem besonderen Aufsatz[1] behandelt werden. Gebaut ist dieses zusammen mit den Transformatoren von den Siemens-Schuckertwerken.

[1] B. Kötzold, erscheint demnächst in der Siemens-Z.

Digitized by Google

Der Strom wird (Abb. 12) mit 100 kV nach dem Umspannwerk Herlasgrün der AG. Sächsische Werke und mit 50 kV dem mittelthüringischen Landesnetz zugeführt. Voraussichtlich noch in diesem Jahr wird eine Hochspannungsverbindung zum Netz der Preußenelektra geschaffen werden, um dann auch nach Westen die Ausnutzung des Sperrenkraftwerkes als Spitzenwerk in der mitteldeutschen Elektrizitätswirtschaft sicherzustellen.

Die Burgkhammeranlagen bieten nichts wesentliches Neues, sie sollen daher nicht besonders behandelt werden.

Die Betriebswirtschaft umfaßt die eingangs bereits genannten zwei grundsätzlich verschiedenen Teile, die Wasserwirtschaft und die Kraftwirtschaft. Wenngleich beide Teile ihre eigenen, voneinander wesentlich abweichenden Aufgaben zu erfüllen haben, so ist doch selbstverständlich die Betriebsführung so zu gestalten, daß das Optimum der Wirtschaftlichkeit erreicht wird. Das wird sich erst befriedigend erreichen lassen, wenn Betriebserfahrungen über mehrere Jahre vorliegen. Um alle Erfahrungen an einer Stelle zu vereinigen und den Gesamtbetrieb auf einfachste Weise zu führen, wird das Thüringenwerk den ganzen Betrieb übernehmen.

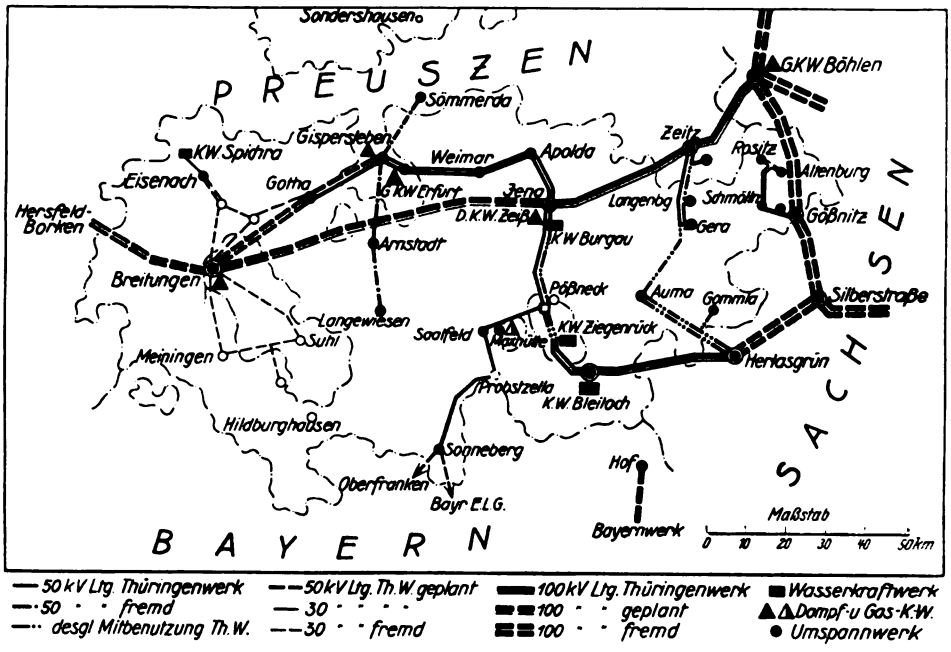


Abb. 12. Thüringische Landeselektrizitätsversorgung, Leitungsnetz.

Die Wasserwirtschaft verlangt sparsamsten Gebrauch des Wasserschatzes, um ihre Aufgabe, der Elbe Zuschußwasser in trockenen Jahreszeiten zuzuführen, erfüllen zu können. Dabei ist zu beachten, daß bis zur Mündung der Saale in die Elbe noch eine Reihe von Nebenflüssen Wasser bringen, die unter Umständen von erheblichem Ausmaß sein können. Auch das Einzugsgebiet unterhalb der Sperrenanlage ist in Rechnung zu stellen. Es wird daher ein umfangreicher Wasser- und Wettermeldedienst eingerichtet werden, um alle Umstände zu erfassen, die für die wasserwirtschaftliche Betriebsführung von Bedeutung sein können. Ein in Halle stationierter Wasserbaubeamter der Elbstrombauverwaltung wird die Handhabung der Wasserwirtschaft bestimmen, der dann der Betrieb an der Sperre zu entsprechen hat. In der ETZ 1930, H. 43, S. 1479 (Abb. 5) wurde bereits der Ausschnitt aus einem Wasserwirtschaftsplan gezeigt, der für fast 25 Jahre der verflossenen Zeit bei den jeweiligen Wasserverhältnissen der Saale und der Elbe aufgestellt worden ist, um auf diese Art allgemeine Regeln durchzubilden, die der Wasserhandhabung zugrundezulegen sind. Also auch hier sind sehr mühevolle Vorerhebungen gemacht worden, um die wasserwirtschaftliche Aufgabe nach allen Richtungen hin beurteilen zu können. Die schwarzen Flächen zeigen dort die Beanspruchung des Sperreninhaltes für die Bezuschussung der Elbe. Diese schwankt in den einzelnen Jahren bedeutend. Nach den Vorschriften der Reichswasserstraßenverwaltung soll sie je nach Bedarf, um an der Hauptmeßstelle am Pegel zu Barby bei der Saalemündung bestimmte Wassertiefen einzuhalten, zwischen 5 und 70 m^3/s betragen. In der Zeit vom Juni bis Dezember hat die Sperre für diese Zwecke bereitzustehen. Sie darf indessen nur bis zum eisernen Bestand abgelassen werden. Vom Dezember ab werden die Zuschüsse der Saale erneut gespeichert. In normalen Jahren bringen die Winter- und Frühjahrshochwässer genügende Wassermengen, um die Füllung bis zur höchsten Kote zu erreichen. In trockenen Jahren können Fehlmengen vorhanden sein, auf die dann im Anreicherungsplan entsprechend Rücksicht genommen wird.

Die Kraftwirtschaft wird unabhängig von der Wasserwirtschaft betrieben, u. zw. dann, wenn hierfür aus den wasserwirtschaftlichen Betriebsgründen Veranlassung gegeben ist. Das unterhalb der Sperre befindliche Ausgleichbecken zusammen mit den vorhandenen Pumpen gewährleistet die Unabhängigkeit vollkommen. Ein wöchentlich aufgestellter Betriebsplan nach Leistung, Arbeitszeit, erzeugter kWh-Menge, verlangtem Abfluß in die Saale, Zufluß zum Sperrenbecken und Beobachtung der Witterungsverhältnisse gibt dem Betrieb die erforderlichen Unterlagen und bestimmt auch aus z. B. der vierstündig verarbeiteten Wassermenge und der vierundzwanzigstündig abgegebenen den Einsatz der Pumpen, die Stromerzeugung an den Sonnabenden und Sonntagen, die Berücksichtigung von Störungen, den plötzlichen zusätzlichen Einsatz des Kraftwerkes als Augenblicksreserve für das gesamte Netz und dergleichen. Die ersten drei Betriebsmonate haben bereits wertvolle Erfahrungen geliefert.

Zum Schluß sollen noch einige Angaben über die Baukosten gemacht werden. Es haben gekostet:

der Grunderwerb mit allem Zubehör, der Umsiedelung, dem Erwerb von Anlagen industrieller Art, die eingestaut werden	9 000 000 RM
der tiefbauliche Teil für die Sperrenanlagen am Bleiloch und in Burgkhammer mit allen Brücken, Wegen, Straßen, Beamtenwohnhäusern usw. .	21 700 000 „
der maschinelle und elektrische Teil des Hauptkraftwerkes und des Burgkhammerkraftwerkes mit Einlaufbauwerk und Rohrleitungen	6 500 000 „
die Bauzinsen, Anleihezinsen, Verwaltungs- und allgemeine Baukosten, Steuern usw.	6 800 000 „
zusammen	44 000 000 RM

Auf den kraftwirtschaftlichen Teil, der sich selbst zu tragen hat, entfallen davon mit allen Unkosten 14 000 000 Reichsmark, so daß das ausgebaute Spitzen-kW 350 RM gekostet hat, ein Betrag, der selbst den neuzeitlichsten Dampfkraftwerken ruhig gegenübergestellt werden kann.

Die Arbeiten wurden in großem Ausmaß als Notstandsarbeiten durchgeführt. Es wurden auf der Baustelle während der Bauzeit rd. 12 000 Notstandsarbeiter „vermittelt“, die eine zeitweise erhebliche Entlastung des Arbeitsmarktes gebracht haben. Die Belegschaftstärke zur Zeit der Hauptbauzeit betrug rd. 1500 Mann. Es sind mehr als 750 000 Tagewerke geleistet worden. Für Wohlfahrtseinrichtungen, Urlaubslöhne, Urlaubsfahrkarten, Kleidung usw. sind mehr als 350 000 RM aufgewendet. Die Arbeiten verliefen erfreulich gut, Streiks sind nur ganz verschwindend vorgekommen und nie von längerer Dauer gewesen.

Das Spitzenkraftwerk der Saaletalsperre bedeutet für die mitteldeutsche Elektrizitätswirtschaft eine wesentliche und wirtschaftlich bedeutungsvolle Bereicherung der Kraftwerke. In der Leistungslieferung nach Herlasgrün wird das ostthüringische Netz des Thüringenwerks und der westliche Teil des sächsischen Landesnetzes, in der

Digitized by Google

Leistungslieferung nach Jena das gesamte mittel- und westthüringische Netz des Thüringenwerkes und ein Teil des Ostnetzes der Preußenelektra in Spitzenzeiten entlastet. Die Lieferwerke Böhlen, Erfurt und Borken können demzufolge wirtschaftliche Grundleistungen decken. Die noch fehlende 100 kV-Verbindung zwischen Jena und Breitungen, die in diesem Jahre voraussichtlich gebaut wird, vervollständigt die mitteldeutsche Sammelschiene von Borken bis Böhlen. Infolge der jederzeitigen Betriebsbereitschaft des Sperrenkraftwerkes steht dieses auch zur Augenblicksreserve für die mitteldeutsche Elektrizitätswirtschaft zur Verfügung.

Der Einfluß der Polstreuung auf die notwendige Erregung für die Polkerne.

(Mitteilung vom Lehrstuhl für Elektromaschinenbau der T. H. Berlin.)

Von Dipl.-Ing. **Walter Putz**, Berlin.

Übersicht. Es wird nachgewiesen, daß auch bei Maschinen mit wenigen Polen die Polstreuung mit den vom Verfasser angegebenen Polstreuformeln berechnet werden kann[1]. Zur Berechnung der notwendigen Erregung muß mit einem reduzierten Polkernstreufluß gerechnet werden, und zwar bei gußeisernen Polen mit etwa 70 %, bei Polen aus Stahlguß oder Blechen mit etwa 75 % des Polkernstreuflusses.

1. Das Diagramm der Synchronmaschine.

Abb. 1 zeigt das Diagramm eines Synchrongenerators in der Form, in der es am Lehrstuhl für Elektromaschinenbau der T. H. Berlin seit 1911 angewandt wird. Es ist in der Literatur mehrfach, zuweilen in etwas anderer

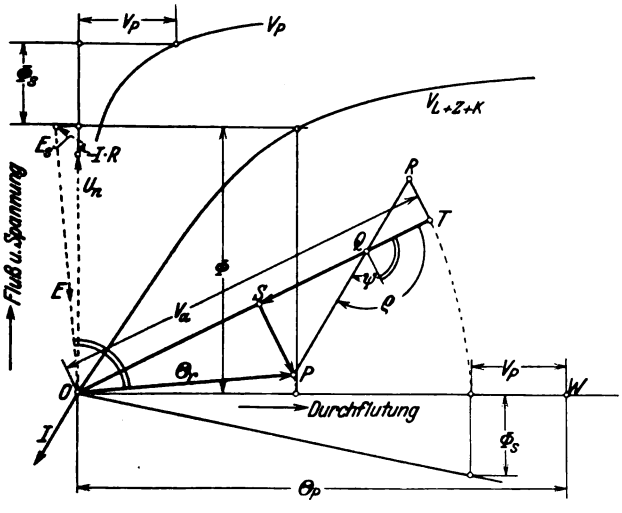


Abb. 1. Diagramm eines Synchrongenerators.

Form, beschrieben worden[2], sei aber hier zum besseren Verständnis des Folgenden nochmals kurz wiederholt. In das Diagramm sind zwei Magnetisierungskurven eingezeichnet, die den Zusammenhang zwischen Fluß und der zu seiner Erzeugung notwendigen Erregung vermitteln. (Statt des Flusses kann natürlich bei bekannten Wicklungsangaben und bei bekannter Frequenz die ihm entsprechende Spannung aufgetragen werden.) Die eine Magnetisierungskurve gilt für den in Abb. 2 gekennzeichneten äußeren Kreis von A nach A', umfaßt also den magnetischen Widerstand der beiden Luftspalte, der Zähneschichten und des Ständerrückens (V_{L+Z+K}), die andere für den inneren Kreis, der im wesentlichen aus Polschenkel und Joch gebildet wird (V_P). Beide Kurven sind bei gegebenen Abmessungen der Maschine leicht zu berechnen.

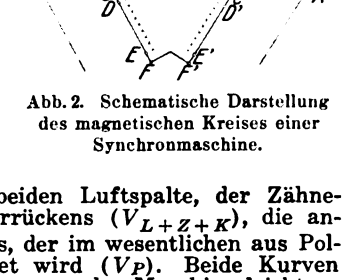


Abb. 2. Schematische Darstellung des magnetischen Kreises einer Synchronmaschine.

Ist U_n (vgl. Abb. 1) die Netzspannung und I der Belastungstrom, so konstruiert sich aus U_n, $-IR$ (parallel zu I) und der Streuspannung des Ständers E_s (senkrecht zu I) die EMK E, die von dem vom Läufer durch den Luftspalt in die Ständerwicklung eintretenden Fluß induziert wird. Um diesen Fluß durch den äußeren Kreis hindurchzutreiben, ist eine MMK Θ_r notwendig, die aus der Magnetisierungskurve V_{L+Z+K} abgegriffen werden kann. Diese MMK ist in Richtung des die Spannung E induzierenden Flusses, also senkrecht zu E im Vektordiagramm einzutragen (Strecke OP). Jetzt ist noch die spannungerniedrigende Wirkung des Ankerrückwirkungsfeldes zu berücksichtigen, zu deren Ausgleich die Pole höher erregt werden müssen. Es berechnet sich bei Gegenstellung von Ständer- und Läuferdurchflutung die der Ständerdurchflutung gleichwertige Läuferdurchflutung zu $2\,k_{ae}\,g\,z\,\frac{I}{a'}$, die gleichwertige Durchflutung bei Querstellung zu $2\,k_{qe}\,g\,z\,\frac{I}{a'}$, worin g die Lochzahl je Pol und Phase der Maschine, z die Leiterzahl je Nut und a' die Anzahl der parallelgeschalteten Zweige bedeuten. Wir bezeichnen als gleichwertig Durchflutungen, deren Felder im Ständer gleiche Spannungsgrundwellen induzieren. Trägt man nun von P aus antiparallel zum Ständerstrom I diese Durchflutungen auf, so erhält man die Punkte Q und R. Zieht man durch O und Q einen Strahl und fällt auf ihn das Lot RT, so ist OT die zur Überwindung des magnetischen Widerstandes des äußeren Kreises und zum Ausgleich der Ständerdurchflutung notwendige Erregung V_a der Größe und der Richtung nach. Es ist nämlich der Winkel zwischen dem Strahl OT und dem Stromvektor I gleich dem Winkel ϱ zwischen der Nordpolachse des Polrades und dem Maximum der Grundwelle des Ständer-AW-Druckdiagramms. Fällt man nun vom Punkte P aus das Lot PS auf OT, so wird

$$TS = 2\,k_{ae}\,g\,z\,\frac{I}{a'}\cos\varrho \quad \text{und} \quad SP = 2\,k_{qe}\,g\,z\,\frac{I}{a'}\sin\varrho.$$

Damit ist die oben angegebene Hilfskonstruktion zur Bestimmung der Erregung V_a bewiesen. (Viele Verfasser verwenden für ihre Betrachtungen statt des Winkels ϱ, der bei Generatorbetrieb negativ zu rechnen ist, den sog. „inneren Phasenverschiebungswinkel" $\psi = \varrho + 90°$.)

Die magnetische Spannung V_a ist nun die magnetische Potentialdifferenz zwischen den Punkten A und A', sie ist bei der zulässigen Vernachlässigung der Eisenamperewindungen für den Polschuh gleich der Potentialdifferenz der Polschuhflanken B und B', sie ist es also, die den Streufluß von Pol zu Pol treibt. Die Polstreuung ist also nicht nur von der in der Maschine induzierten EMK und der ihr entsprechenden MMK Θ_r, sondern auch sehr wesentlich von der Ankerrückwirkung abhängig. Aus diesem Grunde kann man im Diagramm nicht mit der Leerlaufkennlinie rechnen, sondern muß die Erregung für den äußeren Kreis und für den inneren Kreis gesondert ermitteln. Im Polquerschnitt bei C in Abb. 2 sind der Nutzfluß Φ und der Polschuhstreufluß Φ_{s_1} vorhanden, an der Polwurzel (bei F) ist noch der Polschenkelstreufluß Φ_{s_2} hinzugekommen. Man wird also für die Bestimmung der Polerregung mit einem reduzierten Polstreufluß Φ_s rechnen müssen, der zwischen Φ_{s_1} und $\Phi_{s_1} + \Phi_{s_2}$ liegt, so daß der Polschenkelfluß als auf der ganzen Länge konstant zu $\Phi + \Phi_s$ angenommen wird. Man bestimme aus der „Streuflußgeraden" den zur Durchflutung V_a gehörigen Polstreufluß Φ_s, addiere diesen zum Flusse Φ und erhält so den Fluß im Pol $\Phi + \Phi_s$. Aus der Magnetisierungskurve für den inneren Kreis (V_P) bekommt man die zur Überwindung des ma-

[1] Putz, ETZ 1931, S. 341.

[2] Mandl, ETZ 1926, S. 697. Arnold, Die Wechselstromtechnik, Bd. 4, Kap. 4; Berlin 1923. Liwschitz, Die elektr. Maschinen, Bd. 1, S. 168 u. f.; Leipzig u. Berlin 1931. R. Richter, Elektr. Maschinen, Bd. 2, S. 211 u. f.; Berlin 1930. Vossius, Zur Theorie der synchronen Mehrphasenmaschinen, Dissertation T. H. Braunschweig 1926.

Digitized by Google

gnetischen Widerstandes der Pole und des Joches notwendige Durchflutung. Dann ist $\Theta_P = V_a + V_P = OW$ die gesamte in der Erregerpollücke unterzubringende Durchflutung.

Man findet im Schrifttum häufig die Angabe, es sei $\Phi_s = \Phi_{s_1} + \Phi_{s_2}$. Im folgenden soll nun untersucht werden, welchen Wert man für den im Diagramm eingezeichneten Polstreufluß Φ_s wirklich zu setzen hat, um die richtige Erregung für den inneren Kreis der Maschine, also für Pole und Joch zu erhalten.

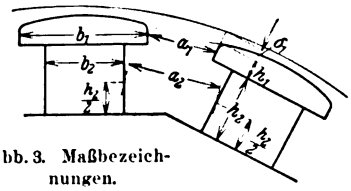


Abb. 3. Maßbezeichnungen.

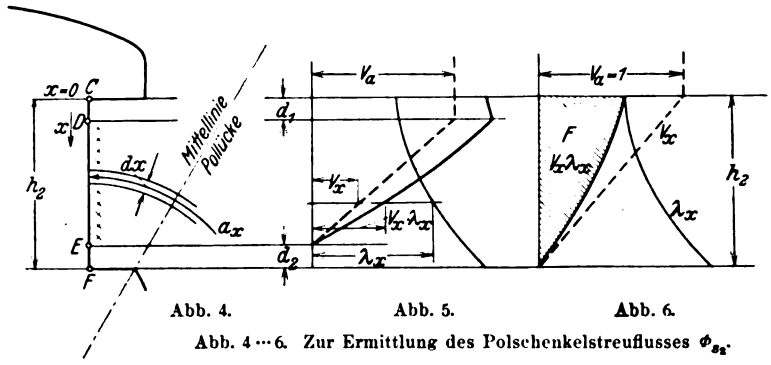


Abb. 4. Abb. 5. Abb. 6.

Abb. 4 ··· 6. Zur Ermittlung des Polschenkelstreuflusses Φ_{s_2}.

2. Der Verlauf des magnetischen Potentials längs der Polflanken.

Aus Abb. 2 sieht man, daß die magnetische Potentialdifferenz zwischen den Begrenzungen *ABC* und *A'B'C'* konstant, und zwar, wie oben nachgewiesen ist, gleich der magnetischen Spannung V_a des Diagramms Abb. 1 ist, da hier keinerlei elektrische Durchflutungen liegen und die Sättigungen in den Polschuhen im allgemeinen niedrig sind. Die Streuung der Polschuhe ist also mit der vollen magnetischen Spannung V_a zu berechnen. Diese Spannung herrscht nun noch angenähert auf dem kurzen Stück *CD*, sie vermindert sich dann infolge der als linearer Strombelag der Strecke *DE* angenommenen Erregerdurchflutung. Berücksichtigt man den magnetischen Widerstand der Pole und des Joches, so erreicht die MMK zwischen *E* und *E'* einen negativen Wert, der zur Überwindung des magnetischen Widerstandes des Wegstückes *EFF'E'* erforderlich ist[3]. Diese Restspannung, die im wesentlichen die MMK für das Läuferjoch ist, ist im allgemeinen nur klein; sie sei im folgenden vernachlässigt. Man berechnet infolge dieser Vernachlässigung die Streuung etwas zu groß.

3. Der Polschuhstreufluß.

Mit den Bezeichnungen der Abb. 3 wird der Polschuhstreufluß[4, 5]

$$\Phi_{s_1} = 2 \cdot 0{,}4\,\pi \cdot 10^{-8} \left(h_1 + \frac{2}{3}\,\delta_1\right) \lambda_1 V_a \text{ Voltsekunden.} \quad (1)$$

Für λ_1 setze man für die üblichen scharfkantigen Rechteckpolschuhe

$$\lambda_1 = 0{,}77 + \frac{l_1 + 0{,}23\,b_1}{a_1} \text{ in cm/cm.} \quad (2)$$

Hierin bedeutet l_1 die Polschuhlänge in axialer Richtung. Unter den λ-Werten werden immer die spezifischen geometrischen Streuleitfähigkeiten je Zentimeter Höhe verstanden.

4. Der Polschenkelstreufluß.

Zur Berechnung des Polschenkelstreuflusses wird nun die Annahme gemacht, daß der Streufluß in den in Abb. 4 gekennzeichneten Schichten von der Höhe dx verlaufe. Dann wird das Element des Streuflusses

$$d\Phi_{s_2} = 2 \cdot 0{,}4\,\pi \cdot 10^{-8} \lambda_x V_x\,dx \text{ Voltsekunden} \quad (3)$$

und der gesamte Streufluß des Polschenkels

$$\Phi_{s_2} = 2 \cdot 0{,}4\,\pi \cdot 10^{-8} \int_{x=0}^{h_2} \lambda_x V_x\,dx \text{ Voltsekunden.} \quad (4)$$

Hierin ist V_x die den Streufluß durch die Röhre hindurchtreibende Potentialdifferenz in Amperewindungen, x ist in Zentimetern zu rechnen und für λ_x ist der Wert für die spezifische geometrische Streuleitfähigkeit zu setzen, der sich aus der gesamten Pollänge in axialer Richtung l_2, der Polschenkelbreite b_2 und dem mit x veränderlichen Abstand a_x berechnet. Für λ_x sind folgende Werte zu setzen[6]:

Bei scharfkantigen Rechteckpolen

$$\lambda_x = 0{,}77 + \frac{l_2 + 0{,}23\,b_2}{a_x} \text{ in cm/cm,} \quad (5a)$$

bei abgerundeten Rechteckpolen (Abrundungsradius $\approx 0{,}15\,b_2$)

$$\lambda_x = 0{,}77 + \frac{l_2 + 0{,}20\,b_2}{a_x} \text{ in cm/cm,} \quad (5b)$$

bei halbrunden Polen (Abrundungsradius $= 0{,}50\,b_2$)

$$\lambda_x = 0{,}77 + \frac{l_2 - 0{,}10\,b_2}{a_x} \text{ in cm/cm.} \quad (5c)$$

Nimmt man nun an, daß die Pole durch einen konstanten Strombelag längs des Stückes *DE* erregt sind, so ergibt sich (unter geringfügigen Vernachlässigungen[7]) ein lineares Abfallen für V_x von *D* nach *E* von dem Werte V_a auf den Wert 0 und für die Strecke *CD* der konstante Wert V_a (s. Abb. 4 u. 5). Wir wollen nun den Einfluß der unbewickelten Strecken d_1 und d_2 vernachlässigen und nach dem Ersatzbild der Abb. 6 rechnen, das ein lineares Abfallen längs der gesamten Polschenkelhöhe h_2 annimmt. Wir sind zu dieser Vernachlässigung aus zwei Gründen berechtigt. Erstens sind die Strecken d_1 und d_2 im allgemeinen nur klein, denn in ihnen liegt nur die Isolation und u. U. die Abstützung der Erregerwicklung. Zweitens wären bei gleichen Strecken d_1 und d_2 — und sie sind im allgemeinen gleich — die Flächen unter den V_x-Diagrammen der Abb. 5 und 6 gleich groß und damit bei konstanter Leitfähigkeit auch der Fluß. Die Vernachlässigung ist also jedenfalls kleiner als die sonstigen Ungenauigkeiten des Verfahrens.

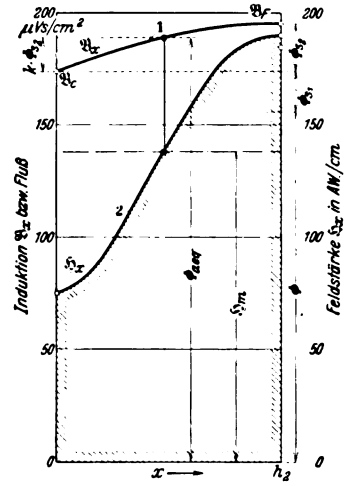


Abb. 7. Induktion und Feldstärke im Polschenkel.

Der Streufluß kann nach Formel (3) der unter der Kurve $V_x \lambda_x$ der Abb. 6 liegenden Fläche proportional gesetzt werden. Hierbei sind natürlich die Maßstabfaktoren der Zeichnung zu berücksichtigen. Man setzt in Abb. 6 zweckmäßig $V_a = 1$. h_2 habe im Diagramm die Länge von m in cm (zweckmäßig etwa $m = 10$ cm). Trägt man jetzt λ_x im Maßstab 1 cm/cm $= n$ cm auf, so wird

$$\Phi_{s_2} = 2 \cdot 0{,}4\,\pi \cdot 10^{-8} \int_{x=0}^{h_2} V_x \lambda_x\,dx$$

$$= 2 \cdot 0{,}4\,\pi \cdot 10^{-8} V_a h_2 \cdot \frac{1}{m} \cdot \frac{1}{n} F \text{ Voltsekunden,} \quad (6)$$

wenn F die unter der Kurve $V_x \lambda_x$ liegende Fläche in cm² ist.

Dieses Verfahren ist natürlich für den Berechner viel zu umständlich. Der Verfasser hat es an einigen Maschinen ausgeführt und die so erhaltenen Werte für den Polschenkelstreufluß mit den Näherungswerten verglichen, die man erhält, wenn man die spezifische geometrische Streuleitfähigkeit λ_2 mit der Entfernung a_2 in Mitte Polschenkelhöhe rechnet (siehe Abb. 3) und als mittlere Durchflutung $\frac{1}{2} V_a$ setzt,

$$\Phi_{s_2} = 2 \cdot 0{,}4\,\pi \cdot 10^{-8} h_2 \lambda_2 \cdot \tfrac{1}{2} V_a \text{ Voltsekunden.} \quad (7)$$

[3] Näheres siehe Mandl, ETZ 1926, S. 697.
[4] Wie Fußnote 1.
[5] 1 Voltsekunde = 10^8 Maxwell.
[6] Wie Fußnote 1.
[7] Wie Fußnote 3.

Digitized by Google

Es zeigt sich folgendes Ergebnis: Die Näherungswerte sind durchweg etwas größer als die genaueren Werte. Bei vielpoligen Maschinen ist die Abweichung, wie zu erwarten, nur sehr gering. Aber auch bei schnellaufenden Maschinen mit stark gegeneinander geneigten Polen, also mit

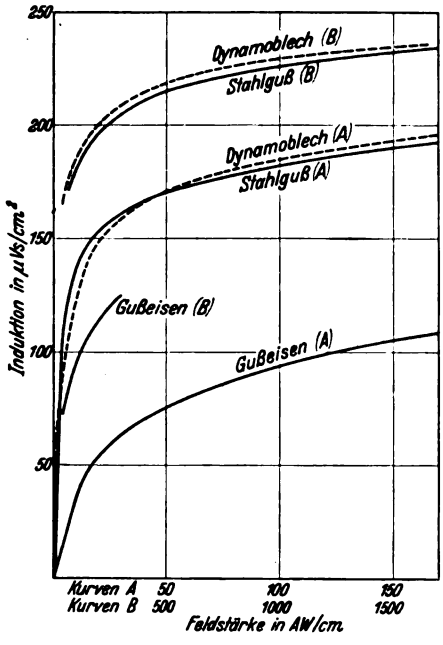


Abb. 8. Magnetisierungskurven.

stark veränderlichem Abstand a_x, betrug die Abweichung im ungünstigsten Fall 6 %. Da man bei zu großen Streuflüssen die Erregung der Maschine etwas zu groß rechnet, so befindet man sich mit der Nährungsgleichung Formel (7) immer auf der sicheren Seite. Man ist also berechtigt, den Polschenkelstreufluß nach der einfachen Formel (7) zu rechnen.

$V_x \lambda_x$ (siehe Abb. 7, Kurve *1*). Sie steigt vom Wert $\mathfrak{B}_C$ auf $\mathfrak{B}_F$ an.

Ist auf diese Weise die Induktion in den Querschnitten ermittelt worden, so kann jetzt aus der Magnetisierungskurve für das verwendete Polmaterial zu jeder Induktion $\mathfrak{B}_x$ die magnetische Feldstärke $\mathfrak{H}_x$ (in AW/cm) abgegriffen werden (Kurve *2* in Abb. 7). Integriert man diese über die Polschenkellänge h_2, so erhält man aus

$$\int_{x=0}^{h_2} \mathfrak{H}_x \, dx = V_{\text{Polschenkel}}$$

die zur Erregung eines Polschenkels notwendige magnetische Spannung in AW. Sie wird durch die in Abb. 7 schraffiert umrandete Fläche dargestellt. Verwandelt man diese in ein flächengleiches Rechteck mit gleicher Grundlinie, so erhält man als Rechteckshöhe die mittlere Feldstärke $\mathfrak{H}_m$, die bei konstantem Fluß eine gleich große Erregung erfordern würde. Wir wollen diesen Fluß den äquivalenten Polschenkelfluß $\Phi_{\text{äq.}}$ nennen. Man findet ihn, indem man in Abb. 7 an der Stelle, an der die Kurve *2* der Feldstärke ($\mathfrak{H}_x$-Kurve) den Wert $\mathfrak{H}_m$ erreicht, senkrecht bis zur Flußkurve geht. Zieht man von diesem Fluß den Nutzfluß Φ ab, so bleibt der reduzierte Polstreufluß Φ_s, mit dem im Diagramm der Maschine (Abb. 1) gerechnet werden muß. Selbstverständlich liegt Φ_s zwischen den Werten Φ_{s_1} und $\Phi_{s_1} + \Phi_{s_2}$. Es sei $\Phi_s = \Phi_{s_1} + \Phi_{s_{2\,\text{red.}}}$, worin

$$\Phi_{s_{2\,\text{red.}}} = k \, \Phi_{s_2} \qquad (8)$$

gleich dem reduzierten Polschenkelstreufluß gesetzt wird (siehe Abb. 7).

6. Der reduzierte Polschenkelstreufluß.

Wie wir gesehen haben, ist der Induktionsverlauf im Polschenkel durch eine Integralkurve der Funktion $V_x \lambda_x$ gegeben. Nun ist (s. Abb. 6) die Funktion $V_x \lambda_x$ ungefähr geradlinig, also ist der Induktionsverlauf beinahe parabolisch. Diese Annäherung ist außerordentlich gut, auch wenn die $V_x \lambda_x$-Kurve noch sichtbar gebogen ist,

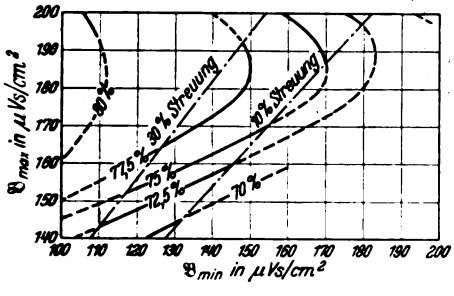


Abb. 9. Stahlguß.

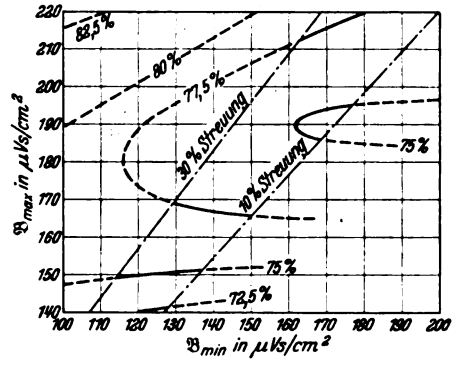


Abb. 10. Dynamoblech.

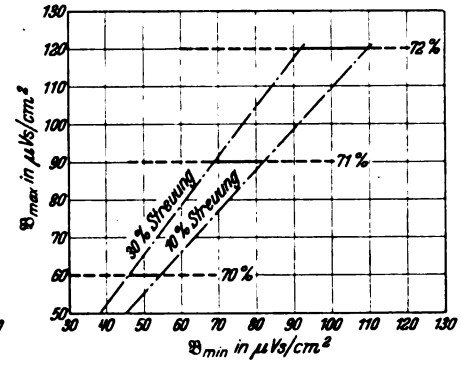


Abb. 11. Gußeisen.

Abb. 9 ··· 11. Reduktionsfaktoren k in Abhängigkeit von $\mathfrak{B}_{min}$ und $\mathfrak{B}_{max}$.

5. Die zur Erregung der Polschenkel erforderliche Durchflutung.

Es wäre aber falsch, wollte man die Erregung für die Polschenkel mit dem Fluß $\Phi + \Phi_{s_1} + \Phi_{s_2}$ rechnen. Es muß vielmehr berücksichtigt werden, daß der Polschenkelstreufluß erst längs der Höhe h_2 in den Schenkel eintritt, daß also der Fluß $\Phi + \Phi_{s_1} + \Phi_{s_2}$ erst am Polgrund vorhanden ist. Durch den Querschnitt an der Stelle C muß der Nutzfluß der Maschine Φ und nur der Polschuhstreufluß Φ_{s_1} hindurch. Die Induktion ist hier

$$\mathfrak{B}_C = \mathfrak{B}_{\text{min}} = \frac{\Phi + \Phi_{s_1}}{Q_P}$$

(Q_P sei der Polquerschnitt). Erst bis zum Querschnitt bei F ist noch der gesamte Polschenkelstreufluß Φ_{s_2} hinzugekommen, so daß dort die Induktion

$$\mathfrak{B}_F = \mathfrak{B}_{\text{max}} = \frac{\Phi + \Phi_{s_1} + \Phi_{s_2}}{Q_P}$$

herrscht. Zwischen C und F verläuft die Induktion nach der Integralkurve des Streuflußelements $d\Phi_{s_2}$ [s. Gl. (3)], der Form nach also nach der Integralkurve der Funktion

denn es ist eine bekannte Eigenschaft von Integralkurven, Schwankungen der integrierten Kurven nur schwach wiederzugeben. Der parabolische Charakter der Induktionskurve ist darum von besonderer Wichtigkeit, weil er gestattet, die Werte des Faktors k unabhängig von der Form der Pollücke nur als Funktion der maximalen und minimalen Polinduktionen anzugeben. Außerdem spielt natürlich die Magnetisierungskurve des verwendeten Materials (ob Eisenblech, Stahlguß oder Gußeisen) eine Rolle.

Der Verfasser hat die Ermittlung des Faktors k systematisch durchgeführt, wobei er die Magnetisierungskurven der Abb. 8 zugrunde legte. Die Ermittlung erfolgte nach dem in Abb. 7 dargelegten Verfahren für parabolischen Induktionsverlauf. Das Ergebnis ist in den Abb. 9 ··· 11 kurvenmäßig niedergelegt. In diesen Schaubildern ist als Abszisse die Induktion $\mathfrak{B}_{\text{min}}$ und als Ordinate die Induktion $\mathfrak{B}_{\text{max}}$ aufgetragen. Induktionspaare mit gleichen Faktoren k sind durch Linien verbunden, die also den Höhenschichtlinien einer Landkarte entsprechen. Im allgemeinen wird der Polschenkelstreufluß der belasteten Maschine zwischen 10 und 30 % des Flusses $\Phi + \Phi_{s_1}$ liegen. Diese Streuwerte sind durch die strichpunktierten

Digitized by Google

Linien in den Diagrammen markiert. Man sieht aus den Schaubildern, daß der Wert für k nur unbedeutend schwankt. Man wird genügend genau rechnen, wenn man ihn bei Polen aus Stahlguß und aus Blech zu 75% und bei Polen aus Gußeisen zu 70% annimmt.

7. Die Erregung für Poljoch und Polschuhe.

Streng genommen dürfte man für die Erregung des Joches nicht mit dem reduzierten Polschenkelstreufluß, sondern mit dem vollen Streufluß rechnen. Da jedoch im allgemeinen schon die Joche aus Festigkeitsgründen und zur Erlangung eines hinreichendes Schwungmoments stärker ausgeführt werden, als es magnetisch erforderlich ist, die Induktionen in ihnen also niedrig sind, können wir uns eine gesonderte Rechnung für sie ersparen und auch ihre Erregung mit dem für den Polschenkel maßgebenden Fluß nach Gl. (8) rechnen. Den magnetischen Widerstand der Polschuhe kann man genügend genau dadurch berücksichtigen, daß man zur Polschenkelhöhe h_2 einen Zuschlag macht. Wählt man diesen etwas reichlich, etwa gleich der halben Polschuhhöhe in Mitte Pol, so wird man dadurch auch dem Umstand Rechnung tragen, daß bei belasteter Maschine das Luftspaltfeld stark verzerrt wird, daß also der Fluß nicht symmetrisch zur Polmitte, sondern mehr einseitig in den Polschuh eintritt.

Die oben angegebenen Verfahren können auch sinngemäß auf Gleichstrommaschinen angewandt werden. Insbesondere gelten unverändert die Formeln (1), (5) und (7) sowie die Werte für den Faktor k.

Eine Vervielfachungschaltung für Influenzmaschinen.

Von P. Hochhäusler, Porz a. Rh.

Übersicht. Es wird eine Vervielfachungschaltung für Influenzmaschinen beschrieben, die es ermöglicht, Spannungen zu erzeugen, die bei solchen Maschinen bisher unbekannt waren und die für die Stoßprüfung von Isolatoren geeignet sind.

Die Erzeugung hoher Stoßspannungen für Prüfzwecke erfordert einen erheblichen Aufwand selbst in solchen Fällen, wo man mit relativ kleinen Leistungen auskommen würde. In neuerer Zeit scheint die Influenzmaschine, die einen sehr einfach zu handhabenden Generator für hohe Gleichspannungen darstellt, wieder an Bedeutung zu gewinnen. H. Wommelsdorf[1] benutzt die Influenzmaschine für Ölprüfungen und neuerdings auch zur Prüfung schadhaft gewordener Freileitungsisolatoren. Für Stoßprüfungen konnte die Influenzmaschine bisher deswegen nicht verwendet werden, weil man selbst bei den größten Typen über eine Spannung von 100 ··· 150 kV, abgesehen von einigen Spitzenleistungen, nicht hinauskam[2]. Die Erzeugung höherer Spannungen ist mit verschiedenen Mitteln versucht worden. Eine einfache Hintereinanderschaltung mehrerer Maschinen ist nicht möglich, da die Influenzmaschine eine selbsterregende Maschine ist und sich daher die zwangsweise Herstellung einer bestimmten Polarität nicht erreichen läßt. Selbst die Serienschaltung durch Funkenstrecken ist aus dem gleichen Grunde nicht ohne weiteres durchführbar.

Dem Verfasser ist es nun gelungen, die Hintereinanderschaltung durch Funkenstrecken dadurch zu bewerkstelligen, daß mehreren Maschinen ein gemeinsames „Erregersystem“[3] gegeben wird. Dann ist es möglich, allen an das Erregersystem angeschlossenen Maschinen die gleiche Polarität zu geben. Die Serienschaltung muß dennoch über Funkenstrecken erfolgen, andernfalls tritt bei direkter Verbindung ein Kurzschluß des ganzen Systems auf. Abb. 1 zeigt die Schaltung für zwei Maschinen mit einem gemeinsamen Erregersystem.

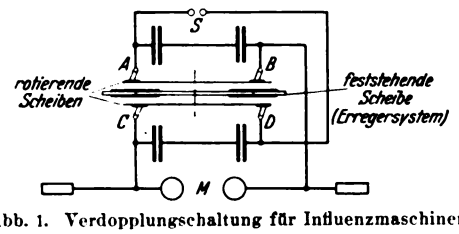


Abb. 1. Verdopplungschaltung für Influenzmaschinen.

Dem Schaltbild liegt eine Anordnung zugrunde, wie sie bei den im Handel erhältlichen Maschinen mit zwei rotierenden und einer feststehenden Scheibe üblich ist. Bei diesen sind die Abnehmerbürsten A und C bzw. B und D miteinander verbunden und an die Funkenstrecke M herangeführt. Trennt man diese Verbindungen und schaltet man zwischen A und D in der dargestellten Weise eine kleine Funkenstrecke S, so liefert die Maschine die doppelte Spannung gegen früher. Diese einfache Schaltungsänderung läßt sich mit jeder käuflichen Maschine durchführen, wobei man allerdings feststellen wird, daß die für die niedrigere Spannung bemessene Isolation nicht mehr ausreicht. Der Verfasser hat bei der Durchführung der Versuche einen behelfsmäßigen Aufbau verwendet, der in

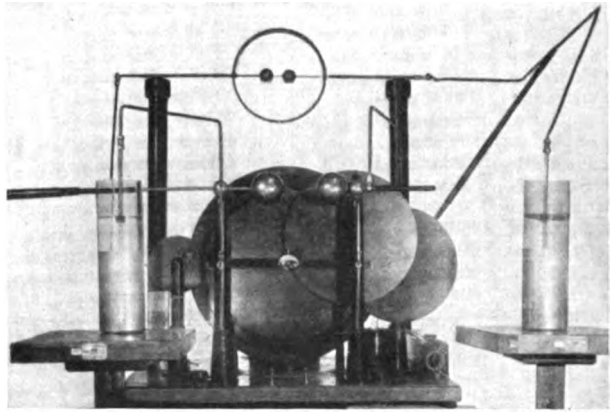


Abb. 2. Ansicht der Versuchsmaschine für 210 kV.

Abb. 2 dargestellt ist. Auf dieser Abbildung sowohl wie im Schaltbild sind Kondensatoren zu sehen, die zwischen A und B bzw. C und D eingeschaltet sind. Diese dienen dazu, an der Meßfunkenstrecke M kräftige Spannungsstöße hervorzurufen, die für Prüfzwecke geeignet sind. Für die Versuche wurde eine Maschine verwendet, die in der üblichen Schaltung 120 kV und in der neuen 210 kV lieferte. Sie hätte sich wahrscheinlich zu noch höheren Spannungen erregen lassen, wenn nicht die Abstände einem weiteren Anwachsen der Spannung eine Grenze gesetzt hätten.

Die oben dargestellte Schaltung in Verbindung mit den Kondensatoren ähnelt der Verdopplungschaltung von Marx[4]. Während bei der Marxschen Schaltung die Kondensatoren parallel über Widerstände aufgeladen werden, fallen die Widerstände hiert fort, und jeder Kondensator wird für sich von einem besonderen Generator aufgeladen. Nun ist bei dieser Schaltung nicht sofort einzusehen, warum und auf welche Potentialdifferenz die Schaltfunkenstrecke anspricht, während bei der Anordnung von Marx die Schaltfunkenstrecke parallel zu den Kondensatoren und dadurch an eine genau definierte Spannung gelegt ist. Da aber zwischen den Punkten A und D wegen des gemeinsamen Erregersystems dieselbe Potentialdifferenz herrscht wie zwischen A und B bzw. C und D, spricht die Schaltfunkenstrecke S an, sobald die Kondensatoren auf die volle Spannung der Einzelsysteme aufgeladen sind. Die Funkenstrecke S muß dazu auf diesen Wert eingestellt sein. Im Augenblick des Überschlags an der Schaltfunkenstrecke fallen die Punkte A

[1] H. Wommelsdorf, ETZ 1929, S. 305; 1931, S. 771.

[2] Chaumat (Bull. Soc. franç. Électr. Bd. 1 [5. Ser.] S. 673 [1931]) gibt an, mit der Influenzmaschine 300 kV erreicht zu haben. Die Angabe dieser Spannung ist wahrscheinlich auf einen Meßfehler zurückzuführen; denn bei 46 cm Scheibendurchmesser und einem Bürstenabstand von höchstens 35 cm tritt schon bei weit geringerer Spannung ein Überschlag längs der Scheibe auf.

[3] Vgl. F. Ollendorff, ETZ 1924, S. 210.

[4] Erw. Marx, ETZ 1928, S. 199.

Digitized by Google

und D zusammen, und zwischen B und C, also bei M, tritt die doppelte Spannung auf. Die Tatsache, daß auch die über Kreuz liegenden Punkte ein Erzeugersystem bilden, bringt die Eigentümlichkeit mit sich, daß man die Kondensatoren und die Funkenstrecken miteinander vertauschen kann, um die gleiche Wirkung zu erzielen. Zu empfehlen ist diese Anordnung nur deswegen nicht, weil im Augenblick des Ansprechens der Schaltfunkenstrecke die volle Spannung an einer Scheibe liegt und diese zum Überschlag bringt.

Will man keine Spannungstöße haben, sondern eine möglichst kontinuierliche Gleichspannung, so kann man die Kondensatoren fast beliebig verkleinern. Hier macht sich jetzt der Fortfall der Widerstände vorteilhaft bemerkbar. Andernfalls würden die Widerstände große Verluste mit sich bringen und ein Anwachsen der Spannung auf den doppelten Wert verhindern[5]. Im allgemeinen wird man jedoch bestrebt sein, möglichst große Kondensatoren zu verwenden, um eine hohe Energie im Stoß zur Verfügung zu haben. Die für die Versuche verwendete Influenzmaschine läßt bei etwa 1 mA Dauerstrom den Anschluß einer Kapazität von 0,005 µF für jedes Scheibensystem zu. Wir erhalten somit bei 200 kV eine Stoßenergie von 50 Ws. Wählt man eine Konstruktion, bei der man die Sprühverluste an den Bürsten und an anderen Teilen vermeidet, was ohne weiteres möglich ist, so kann man weit größere Kondensatoren verwenden und hat somit eine Prüfeinrichtung, die den bisher üblichen Stoßanlagen an Leistung nicht nachsteht.

Es ist leicht einzusehen, daß die neue Schaltung auch für mehrere Systeme anwendbar ist. Für n rotierende Scheiben benötigt man $n/2$ Erregersysteme und $n-1$ Schaltfunkenstrecken. Auf diese Weise ist es möglich, mit 8 ··· 10 rotierenden Scheiben Stoßspannungen von 1 Mill V zu erzeugen. Damit wäre die Influenzmaschine für die technische Stoßprüfung der heute in Frage kommenden Isolatoren brauchbar. Mit der beschriebenen Versuchsausführung wurden Überschlagsmessungen an Hängeisolatoren mit demselben Ergebnis durchgeführt wie mit einer Stoßanlage nach Marx. Die mit der Vervielfachungschaltung ausgerüsteten Influenzmaschinen geben die Möglichkeit, Spannungsprüfungen an Hängeketten und anderen Isolatoren in betriebsmäßigen Anlagen auszuführen. Insbesondere möchte ich auch auf die gute Verwendbarkeit in Laboratorien und für Demonstrationszwecke hinweisen.

[5] Wenn man die von einer gewöhnlichen Influenzmaschine erzeugte Spannung als Gleichspannung betrachten will, so muß man dies auch für die hintereinandergeschalteten Maschinen tun. Tatsächlich zeigte ein gelegentlich aufgenommenes Oszillogramm von der Einzelmaschine eine sehr ungünstige Kurvenform. Wenn oben von einer möglichst kontinuierlichen Gleichspannung die Rede ist, so soll damit auch nur der Gegensatz zu Stoßspannung hervorgehoben werden.

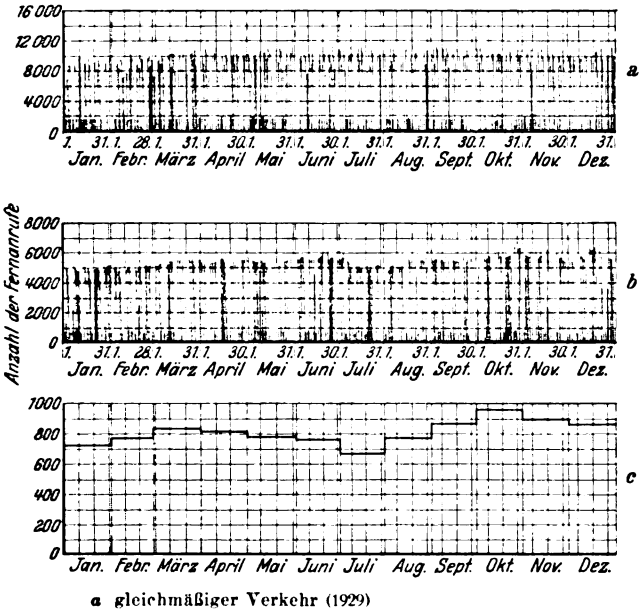
Der Sofortbetrieb im Fernverkehr und das vereinigte Melde- und Fernplatz-Verfahren (CLR).

Von A. Čapek, Antwerpen.

(Fortsetzung von S. 632.)

5. Einfluß der täglichen und monatlichen Verkehrschwankungen auf den VMF-Betrieb.

Der Fernverkehr steigt und fällt im Verlaufe des Tages oder innerhalb einer Stunde und Minute, und ähnliche Schwankungen sind auch von Tag zu Tag und Monat zu Monat entsprechend der geschäftlichen Tätigkeit der Teilnehmer zu beobachten. Dieser Umstand ist natürlich für die wartezeitlose Abwicklung der einzelnen Verbindungen von großer Wichtigkeit. Nur ausnahmsweise ist der Verkehr das ganze Jahr hindurch ziemlich gleichmäßig.



a gleichmäßiger Verkehr (1929)
b schwächerer Verkehr in Urlaubsmonaten (1930)
c stärkerer Verkehr im bestimmten Monat (1921)

Abb. 11. Jahresverkehrskurven.

In Abb. 11 zeigt *a* z. B. eine solche Jahreskurve, in welcher sich sogar die kleineren Wochentags-Höchstwerte regelmäßig wiederholen und wo der Wochentagsverkehr nur zwischen ± 10 % schwankt, wenn man von der allgemeinen steigenden oder fallenden Tendenz absieht.

Im allgemeinen sinkt aber die Geschäftstätigkeit während der Sommerurlaubsmonate, und dementsprechend verläuft auch das Jahresschaubild des Fernverkehrs (*b*, Abb. 11), oder es steigt der Verkehr regelmäßig in einem bestimmten Monat, wie es z. B. die Kurve *c* in Abb. 11 zeigt. (Diese letzte Schaulinie zeigt keine Tagesverkehrschwankungen, sondern nur monatliche Durchschnittswerte.) Wichtige Badeplätze haben dagegen ein recht hohes Verkehrsmaximum im Sommer und die Wintersportplätze im Winter. Ganz große Unregelmäßigkeiten im Verkehr während eines Jahres zeigen besonders diejenigen Städte, in welchen viele zwischenstaatliche Tagungen abgehalten werden.

Solche Jahresverkehrs-Schwankungen, die in der Regel wenigstens ± 20 % betragen und ausnahmsweise auch einige 100 % groß sein können, sind natürlich in wirtschaftlicher Hinsicht höchst unwillkommen, besonders deshalb, weil sie noch den täglichen Verkehrschwankungen überlagert sind; sie müssen demnach auch bei der Berechnung der Leistungsfähigkeit der betreffenden Leitungsbündel mitberücksichtigt werden. Bei den Untersuchungen über den Verlauf der Jahresverkehrskurve empfiehlt es sich aber ebenfalls, jedes Leitungsbündel besonders zu betrachten, weil der Betrieb in den verschiedenen Verkehrsbeziehungen meistens ganz abweichend verläuft. Für die Berechnung der Bündelleistungen soll dabei aber nur der Durchschnitt der stärksten Verkehrsmonate genommen werden, wobei Einzelmonate mit besonders hohen Gesprächszahlen für den Sofortbetrieb gegebenenfalls unberücksichtigt bleiben. In solchen Ausnahmemonaten kann nämlich der Verkehr am besten teilweise mit Wartezeit abgewickelt werden, besonders wenn es sich um längere Fernleitungen handelt. Die VMF-Ämter der europäischen Art leisten in solchen Fällen besonders gute Dienste.

6. Die Wichtigkeit der doppelten Wege im VMF-Betrieb.

Die Einzel-Fernleitungen sind im allgemeinen als ein Haupthindernis für das glatte und unverzögerte Abwickeln des Fernverkehrs zu betrachten. Solche Leitungen können zwar ziemlich hoch belastet werden, aber nur mit einer Verzögerung von mindestens 5 ··· 15 min. Für den Sofortverkehr ist dagegen ihre Leistungsfähigkeit verhältnismäßig gering (s. Abb. 8). Deswegen ist es auch von Vorteil, wenn für solche Verkehrsrichtungen immer noch ein oder sogar mehrere Umwege bereit gehalten werden.

Eine Möglichkeit, doppelte Wege benutzen zu können, ist nun in der Regel auch für Verkehrsrichtungen mit mehr als einer Fernleitung wertvoll, und bei einer beab-

Digitized by Google

sichtigten Neuanordnung des Netzes zur Beschleunigung des Fernverkehrs soll deshalb auf diesen Umstand besonders Rücksicht genommen werden.

7. Einfluß der Fernanrufdichte auf den VMF-Betrieb.

Die wartezeitlose Abwicklung des Fernverkehrs wird vom wirtschaftlichen Standpunkt aus sehr erleichtert, wenn die spezifische Fernanrufdichte recht groß ist, d. i. die jährliche oder tägliche Anzahl der Fernanrufe bezogen auf 1 km². Mit dem Wachsen dieser Ziffer wird nämlich das Fernleitungsnetz dichter, die einzelnen Bündel größer und leistungsfähiger. Es wird in diesem Falle außerdem noch möglich, eine größere Anzahl von unmittelbaren Fernleitungen vorzusehen als bei geringer Anrufdichte. Beide Umstände erleichtern natürlich die Einführung des Sofortverkehrs.

Damit man sich ein Bild über die verschiedenartige Dichte der Fernanrufe in den einzelnen Ländern machen kann, folgen einige Ziffern, so wie sie aus den Angaben der Zeitschrift Europ. Fernsprechdienst 1930, H. 19, herausgerechnet wurden. Die Werte für V. S. Amerika sind aus der Abhandlung von Gherardi-Carty[5] entnommen:

	Fernanrufe im Jahr 1929	
	je Sprechstelle	je km²
Dänemark	271	1750
Schweiz	270	1750
Belgien	164	1375
V. S. Amerika	500	1250
Deutschland	95	632
England	62	477
Frankreich	165	307
Österreich	105	170
Schweden	86	96
Ungarn	67	55
Norwegen	76	42

Aus dieser Zusammenstellung ersieht man, daß die Ferngesprächsdichte in einigen europäischen Ländern bis 35mal so groß ist wie in anderen, und man merkt den Vorteil, welchen die Staaten wie Dänemark, die Schweiz oder Belgien aus diesem Umstand für den Sofortverkehr — und nebenbei bemerkt auch für die wirtschaftliche Begründung des Selbstwählbetriebes für den Nah- oder sogar auch Mittelweitverkehr — ziehen können.

8. Einfluß der Netzgestaltung auf den VMF-Betrieb.

Die bestehenden Fernnetze in Europa zeigen immer noch Anklänge an die geschichtlich begründete Improvisation. Am meisten trifft dies natürlich bei den Ausläufern in den kleinen und den kleinsten Ortsnetzen zu, deren Weitverkehr nur gering ist, so daß sie aus Ersparnisrücksichten in der Regel nur mit dem nächstgelegenen Amte verbunden wurden. Solche kurzen Zubringerleitungen genügen wohl für den Nahverkehr, sie vergrößern aber die Anzahl der Durchgangsämter bei Weitverbindungen in solchem Maße, daß für diesen Zweck bei einem Weitgespräch manchmal bis sieben — und sogar noch mehr — einzelne Fernleitungen zusammengeschaltet werden müssen. Man ersieht deshalb ohne weiteres, daß eine Durchgangsverbindung in der HVSt unter diesen Umständen nur mit großer Mühe und noch größeren Zeitverlusten ausgeführt werden kann.

Es ist zwar richtig, daß diese Schwierigkeiten im Fernbetrieb nur einen ganz geringen Prozentsatz der Verbindungen betreffen, im allgemeinen kann aber gesagt werden, daß die verwickelten Durchgangsverbindungen eine rasche Erledigung des Fernverkehrs erschweren.

Die Anzahl der Einzel-Fernleitungen, die für eine Durchgangsverbindung zusammenzulegen sind, wird natürlich durch das Vorhandensein der kleinen Landfernämter bedeutend erhöht. Die Bell-Gesellschaften haben nun diese Schwierigkeiten schon vor 30 Jahren erkannt und haben den Ferndienst von den kleinen Land-Handämtern als sog. „tributary"-Verkehr dem nächstgelegenen größeren Fernamte überwiesen. In Europa ist man dagegen erst in den letzten Jahren im größeren Maßstabe an die Abschaffung dieser kleinen Ämter herangetreten — und zwar erst gelegentlich der Umstellung des Landverkehrs auf das SA-System. Erst in diesem Falle entfällt jede Handmithilfe in den kleinen Orten, so daß der ganze Nahverkehr ortsmäßig abgewickelt werden kann.

Auf diese Weise kann man die Anzahl der Fernämter bedeutend verringern — etwa im Verhältnis von 1 : 7 — wie es neuerdings die Reichspost beabsichtigt, und dies kommt natürlich auch dem VMF-Verkehr zugute. Diese Frage ist aber in der Fachliteratur oft besprochen worden, und es ist daher nicht nötig, an dieser Stelle weiter darauf einzugehen. In den betreffenden Abhandlungen ist auch die straffere Zusammenziehung der Fernleitungen der höheren Ordnung — d. i. von solchen für den Weit- und Mittelweit-Verkehr — behandelt worden, in der Regel aber nur im Rahmen des betreffenden Staates. Es ist deshalb nur nötig, hier eine Übersicht aller dieser Bestrebungen zur Beschleunigung des Fernverkehrs zu geben, und zwar mit Einschluß des zwischenstaatlichen bzw. des Weltverkehrs.

Bei dieser Gelegenheit ist es aber zuerst erwünscht, die einzelnen Fernleitungen in gewisse Rangordnungen einzureihen, und dabei die verschiedenen Verkehrsgebiete mit den zugehörigen Netzen vorteilhaft abzugrenzen in einer solchen Weise, daß in jedem Falle die beste Lösung sowohl vom Betriebs- als auch vom wirtschaftlichen Standpunkt erzielt wird.

Eine gewisse Schwierigkeit ergibt sich dabei dadurch, daß ein klarer Unterschied und eine unzweideutige Bezeichnung der verschiedenen Fernleitungsarten für den Nah-, Mittelweit- und Weitverkehr bis jetzt nicht zu erzielen war, denn das Kriterium der Leitungslänge bzw. der Verwendung von festen Verstärkern für diesen Zweck hat sich nicht bewährt. Dazu kommt ferner noch der Umstand, daß im Sprachgebrauch verschiedene Bezeichnungen für dieselben Leitungen oder Netzarten unterschiedlos gebraucht werden: z. B. Bezirks-, Nachbarorts-, Kreis-, Regional-, Zubringer-, Netzgruppen-, Fernnah-, Fernklein- und sogar auch Vorortsleitungen bzw. -netze. Die englische Sprache bringt nun eine weitere Verwirrung hinein: In Amerika werden z. B. die Weitfernleitungen als „long distance" bezeichnet, in England dagegen „trunk lines" — wogegen unter „toll lines" in beiden Staaten in der Regel nur die Fernleitungen für den Mittelweitverkehr verstanden werden. Die kurzen Fernleitungen werden im Englischen ebenfalls oft unterschiedlos als: short-haul, two-number, tributary, suburban, regional, rural oder metropolitan angesprochen.

Die Frage der günstigsten Netzform und der geeigneten Netzgröße wurde dagegen durch die Verstärkertechnik bedeutend vereinfacht, weil die Schwierigkeiten in der Sprachübertragung für Verbindungen irgendwelcher Art jetzt so ziemlich verschwunden sind, so daß nur die Aufgabe verbleibt, zu untersuchen, auf welche Weise der gesamte Fernbetrieb der Welt möglichst schnell und billig abgewickelt werden kann.

Nach dieser Stellungnahme kann man nun gleich zur Abgrenzung der einzelnen Verkehrsgebiete und deren Einreihung in verschiedene Rangklassen übergehen, und in dieser Hinsicht kann als Richtschnur folgendes gelten:

a) Die einzelnen Gebietseinheiten bzw. Netze müssen auf der einen Seite möglichst groß sein, damit die Anzahl der Fernleitungen für jede Art von Durchgangsverbindungen niedrig gehalten wird, und damit ferner für dieses Gebiet der ausgehende bzw. ankommende Fernverkehr so groß wird, daß zu dessen Abwicklung starke und demnach auch leistungsfähige Fernleitungsbündel verwendet werden können.

b) Im Gegensatz dazu darf man aber wieder diese Teilgebiete nicht zu groß machen, weil sonst der Verkehr zwischen Nachbarorten gegebenenfalls über weit entfernte Fernämter abgefertigt werden muß und in solchem Falle unwirtschaftlich wird.

c) Zwischen diesen zwei widersprechenden Bedingungen muß nun ein Optimum gesucht werden, und bei der Lösung dieser Aufgabe hilft die bestehende wirtschaftliche bzw. politische Unterteilung Europas.

Der Fernverkehr folgt nämlich in derselben Weise den Landstraßen wie die Eisenbahnen, und für die niederste Klasse des Verkehrs (Nah-) kommt demnach nur der nächste Marktflecken als Umschlagplatz in Frage, für den nächsthöheren die Landeshauptstadt und für den Weitverkehr die Großstadt. Dadurch sind schon die drei Hauptarten der Verkehrsgebiete bzw. der Fernleitungsnetze gegeben, nämlich das Nahverkehr-, das Mittelweitverkehr und das Weitverkehrsnetz, und es verbleibt nur noch das Weltverkehrsgebiet übrig als Einheit der ersten Ordnung und als die letzte Stufe, die zur Verbindung von zwei beliebigen Punkten der Welt durchschritten werden muß.

Diese Unterteilung des Weltgebietes herab bis zu den kleinsten Ortsnetzen ist nun wohl eine solche, mit deren

[5] Vgl. Jewett, im „Schrifttum I".

Digitized by Google

Hilfe man eine gegebene Entfernung mit der geringsten Anzahl von Zwischenstufen überbrücken kann und die demnach in der vorteilhaftesten Weise den VMF-Verkehr beeinflußt, soweit es mit den verfügbaren Schaltmethoden und mit dem gegebenen Leitungsmaterial möglich ist. — Nach diesen Ausführungen bleibt jetzt nur übrig, die einzelnen Arten der Fernleitungen mit den zugehörigen Netz- und Verkehrsgebietarten näher zu beschreiben und deren Merkmale festzulegen (s. Abb. 12).

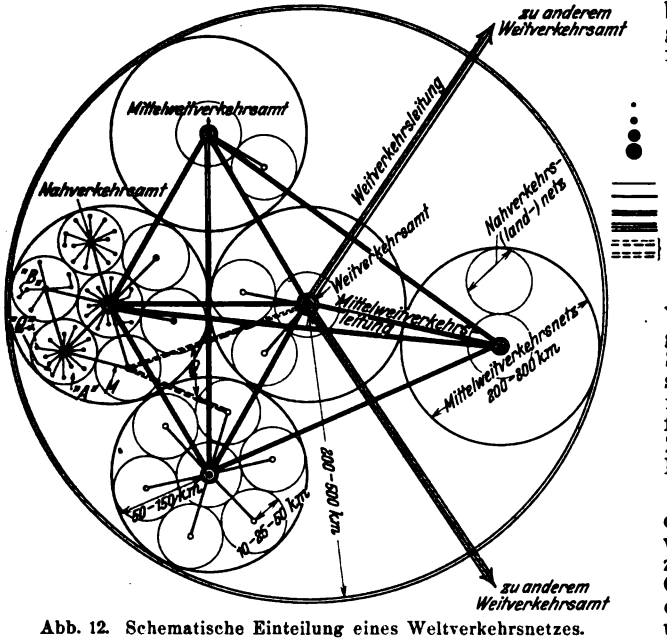


Abb. 12. Schematische Einteilung eines Weltverkehrsnetzes.

1. Nahverkehrsnetze (Land-) dienen zur Abwicklung des Verkehrs der einzelnen Landortsämter untereinander und außerdem auch für den übrigen Verkehr, der die Grenze dieser Gebiete überschreitet. Die zugehörigen Nahfernleitungen sind als solche der niedersten (vierten) Klasse zu betrachten.

Jedes Nahverkehrsgebiet hat in der Regel nur einen einzigen Marktplatz als wirtschaftlichen Mittelpunkt, und ein solcher Bezirk (auch Kreis genannt) besteht in gut oder mittelmäßig bevölkerten europäischen Gebieten aus dem zugehörigen Hinterland von etwa 10 ··· 25 km im Halbkreis. In schwach bevölkerten Ländern kann aber ein solches Gebiet bis 2 · 50 km Durchmesser umfassen, und wenn der Landbezirk mit dem Hauptstadtbezirk zusammenfällt, so wird oft das wirtschaftlich abhängige Hinterland sogar doppelt so groß (2 · 100 km). Gewöhnlich enthält ein Landbezirk aber im Mittel nur etwa 2000 km² mit einer Bevölkerung von mindestens 25 000 Einwohnern, und für die Abwicklung des Fernverkehrs, der über die Grenzen dieses Gebiets zum Fernamte der nächst höheren Ordnung weiter geht, werden demnach schon eine oder mehrere Fernleitungen benötigt.

Das zugehörige Netzgebilde selbst erhält vorteilhafterweise eine Sternform (siehe *A* in Abb. 12), die aber gegebenenfalls durch Teile eines Maschengebildes (sog. Querverbindungen) verstärkt werden kann (*Q* in Abb. 12). Im letzteren Falle müssen aber die SA-Teilnehmer verschiedene Ziffern ziehen — je nach der verlangten Fernleitungsrichtung. Die einzelnen strahlenförmigen Linienzüge können ferner auch knotenförmig ausgebildet werden, so daß man auf diese Weise z. B. zwei Ortsämter in dasselbe Fernleitungsbündel einbeziehen kann (*B* in Abb. 12). Die Leitungen in solchen Landbezirksnetzen verlieren nun bei einer solchen Zusammenfassung den Charakter der Fernleitungen und können als Zubringerleitungen betrachtet werden, weil auch im Falle, daß die kleinen Landämter noch Handbedienung behalten, der Fernverkehr dennoch vom gemeinsamen Nahfernamt besorgt wird.

Die Nahverkehrsämter selbst brauchen in der Regel keine Schnurübertrager und das Leitungsmaterial ist dementsprechend zu wählen. Der Verkehrschwerpunkt der Landbezirke ist meistens zentral angelegt, manchmal liegt er aber außerhalb der Mitte, und dieser Zustand wirkt natürlich ungünstig auf die mittlere Leitungslänge.

In Europa gibt es nur zwei Beispiele, in welchen diese Nahverkehrsgebiete sogar mit den Staatsgrenzen zusammenfallen, und zwar Liechtenstein und gegebenenfalls auch Luxemburg. Als Beispiel kann besonders auf Holland hingewiesen werden, welches in 22 solche Einheiten eingeteilt werden soll.

Wie schon erwähnt, sind dichtbevölkerte und weitgehend mit Telephon ausgerüstete Staaten bei einer solchen Unterteilung im Vorteil. Der Umfang dieser Gebiete kann nämlich klein gehalten werden, obwohl der gesamte Verkehr, welcher über die Grenzen des Nahverkehrsgebiets zum Sammelpunkt der höheren Ordnung geht, immer noch hoch genug bleibt, um den Sofortbetrieb über Mittelweit-Fernleitungen wirtschaftlich zu gestalten. Besonders wichtig ist dieser Umstand gerade für die kleinen Orte, die am weitesten von dem Nahverkehrs-Stützpunkt entfernt sind, weil sie unter solchen Umständen mit kürzeren Nahfernleitungen auskommen.

Im Falle, daß Nah- oder sogar Mittelwertverbindungen mit Hilfe der Wählscheibe vom Teilnehmer selbst hergestellt werden können, ist es ebenfalls möglich, die Nahverkehrsgebiete klein zu halten — obwohl gegebenenfalls auf diese Weise die Anzahl der zusammenzuschaltenden Fernleitungen für eine Durchgangsverbindung erhöht wird. Bei der Selbstwahl fällt nämlich dieser letztere Umstand nicht so sehr ins Gewicht wie im Handbetrieb, weil es für den rufenden Teilnehmer nicht viel Unterschied macht, ob er für eine selbst herzustellende Durchgangsverbindung eine Ziffer mehr oder weniger drehen muß (vgl. Abschn. B 2: Belastung beim Durchgangsverkehr).

2. Mittelweitverkehrs-Netze als Gebilde der dritten Ordnung fassen den Verkehr einer Gruppe von wirtschaftlich zusammenhängenden Nahverkehrsämtern zusammen, und es ist nun wieder die Frage, wie weit die Grenzen dieser Gebilde der dritten Ordnung gesetzt werden sollen, damit der anfallende Verkehr am schnellsten und billigsten abgewickelt werden kann.

Als Verkehrseinheit dieser nächsthöheren Stufe kann man wohl in Europa mit Vorteil solche politischen und wirtschaftlichen Gebiete zugrunde legen, wie sie die kleineren Staaten, z. B. Belgien, Holland oder die Schweiz, bzw. Provinzen und Länder wie Böhmen, oder Industriegebiete wie das Ruhrgebiet vorstellen. Der Durchmesser solcher Gebiete bewegt sich nun bei 200 ··· 300 km, und die Durchschnittslänge einer Mittelweitverkehrs-Leitung kann demnach mit etwa 100 km angenommen werden. Als Umschlagplatz des Mittelweitverkehrs dient natürlich die Hauptstadt des Landes, und das Hauptgerippe des zugehörigen Netzes erhält mit Vorteil ebenfalls die Sternform (Abb. 12).

Diese idealen Zustände mit einem einzigen Stützpunkt im Mittelpunkt eines regelmäßig geformten Gebietes sind aber in Europa höchst selten, als Ausnahme kann z. B. Böhmen genannt werden. Sonst gibt es in Europa — besonders in den stark bevölkerten Gebieten — in der Regel mehrere wichtige Städte als Nebenstützpunkte, wie z. B. in Belgien, Holland, in der Schweiz und besonders im Ruhrbezirk. Solche wichtigen Städte haben aber wieder soviel Eigenfernverkehr, daß sie unmittelbare Leitungen zu den höheren sowie auch den untergeordneten Verkehrsmittelpunkten beanspruchen können. Die erwähnte Sternform dieses Netzes wird daher mit Vorteil durch ein übergelagertes Maschennetz und durch Querverbindungen verstärkt, und zwar in viel höherem Ausmaße als beim Nahverkehrsnetz (*Q* und *M* in Abb. 12).

Für die Mittelweitverkehrs-Leitungen werden meist pupinisierte Zweidrahtkabel verwendet, die in der Regel mit festeingebauten Verstärkern ausgerüstet sind. Luftleitungen kommen nur in schwach bevölkerten Gebieten vor. In den Mittelweitverkehrs-Ämtern werden Schnurverstärker vorgesehen, falls nicht Endverstärker eingebaut sind.

3. Weitverkehrsnetze als Gebilde der zweiten Ordnung dienen zur Abwicklung des Verkehrs von mehreren wirtschaftlich zusammengehörigen Mittelweitverkehrs-Gebieten. Als solche können nun Staaten von der Größenordnung Deutschlands bzw. Frankreichs in Betracht kommen, die einen Durchmesser von 400 ··· 900 km oder auch mehr haben.

Zufälligerweise mißt die große Mehrzahl der europäischen Staaten in der Längsrichtung gerade etwa 900 km (Deutschland, Frankreich, England, Italien, Spanien, Polen, Tschechoslowakei, Rumänien, Jugoslawien), die demnach alle als Weitverkehrsgebiete anzusprechen sind,

Digitized by Google

obwohl vorläufig nicht alle ihre eigenen Weit- und Weltleitungen wirtschaftlich begründen können. Die kleineren Staaten, die nur in die Abteilung der Mittelweitverkehrs-Gebiete gehören, müssen sich natürlich für die Abwicklung des Weit- und des Weltverkehrs an die Nachbar-Weitverkehrsnetze anschließen, sofern sie nicht selbst genug Weit- und Weltverkehr aufbringen, um unabhängige Weit- und Weltfernleitungen beanspruchen zu können. Dagegen müssen Staaten, wie die V. S. Amerika — die einen Durchmesser von etwa 3000 km haben — in mehrere Weitverkehrsgebiete unterteilt werden.

Das Weitverkehrs-Netzbild hat eine reine Maschenform, und als Leitungsmaterial kommen meist Vierdrahtkabel mit Festverstärkern in Betracht. Nur ausnahmsweise werden auch noch Luftleitungen verwendet. Weitverkehrsämter sind ferner ebenfalls mit Schnurverstärkern ausgerüstet, sofern nicht Endverstärker vorgezogen werden.

4. Das Weltverkehrsnetz (Transkontinental- oder auch Überseenetz) als Gebilde erster Ordnung besteht aus den Verbindungen der einzelnen Weltverkehrs-Fernämter untereinander und bildet das letzte Glied zur Erreichung eines universalen Weltverkehrsdienstes. Die Möglichkeit, Weltfernleitungen zu benutzen, ist eigentlich erst durch die weitere Entwicklung der Verstärkertechnik in den letzten Jahren gegeben worden, und das Weltverkehrsnetz selbst — dessen Zukunftsform nur ein Maschengebilde sein kann — befindet sich z. Z. noch im Anfang. Ein gemeinsamer Weltverkehr-Umschlagplatz kann dabei aber nicht in Frage kommen. — Die Länge dieser Leitungen bewegt sich zwischen 500 und 10 000 km, und es kommen nur Vierdrahtwege in Betracht, für den Überseeverkehr aber vorläufig nur drahtlose Verbindungen.

Die Wirkung einer solchen strafferen Zusammenziehung der Fernleitungen mit gleichzeitigem Ausdehnen der einzelnen Verkehrsgebiete — wie hier beschrieben — besteht nun in einer bedeutenden Verminderung der Durchgangsverbindungen und einer Vergrößerung der einzelnen Leitungsbündel. Beide Umstände begünstigen natürlich den Sofortverkehr in der nachhaltigsten Weise.

Die ungünstigste Durchgangsverbindung in einem großen Staate wie Deutschland oder Frankreich kann bei solcher Netzgestaltung höchstens nur aus 3 und in kleineren Staaten, wie Belgien, Holland oder der Schweiz, nur aus 2 Fernleitungen bestehen — ausschließlich der Zubringerleitungen (*A* und *B* in Abb. 13).

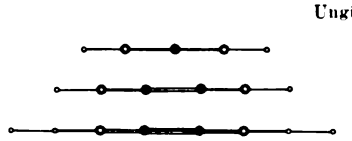


Abb. 13. Höchstzahl der Fernleitungen im Durchgangsverkehr für Verbindungen zwischen zwei Land-Ortsämtern bei wachsender Entfernung.

Bei einer Weltverbindung zwischen zwei Teilnehmern, die an kleine Ortsämter im Lande angeschlossen sind, erhöht sich die Zahl der Fernleitungen dagegen auf 5 (ausschließlich der Zubringerleitungen), und dies ist als der ungünstigste Fall einer Durchgangsverbindung zu betrachten (Abb. 13, *C*). Der Prozentsatz solcher Verbindungen ist aber natürlich ganz verschwindend klein.

Schrifttum II.

1. Kölsch, Beiträge zur Frage der Gestaltung des Fernleitungsnetzes, Europ. Fernsprechdienst 1929, H. 12/13.

2. H. S. Osborne, A general switching plan for telephone toll service, Bell Syst. techn. J. Bd. 9, S. 429 (1930).

3. H. Milon, L'adaption du réseau français au service téléphonique universel, Ann. Postes Télégr. Bd. 17, S. 1 (1928).

4. Steidle, Der Selbstanschluß-Landverkehr: Fernm.-Techn. Bd. 10, S. 17 (1929).

5. Wheelock-Jacobsen, Tandem system of handling short-haul toll calls in and about Los Angeles, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 47, Januarheft (1928).

6. Schreiber, Die Wirtschaftlichkeit des geplanten automatischen Netzgruppen-Systems in den Ortsfernsprech-Anlagen Bayerns, Verlag Oldenbourg, München 1926.

7. J. Wicks, Automatic toll service for Peninsular Company, Automatic Telephone 1926, März-April.

8. A. Kruckow, Die Grundlagen des Selbstanschlußbetriebes und sein Einfluß auf die Netzgestaltung, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Bd. 13, S. 53 (1924).

9. Gherardi-Jewett, Telephone communication system of the United States, Bell Syst. techn. J. Bd. 9, S. 1 (1930).

10. Hartz, Zur Gestaltung des deutschen Fernleitungsnetzes, Europ. Fernsprechdienst 1930, H. 19.

11. R. Elde, Plans for future toll development, Telephony, Chicago—New York, Bd. 98, H. 18/19 (1919).

(Fortsetzung folgt.)

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 334.

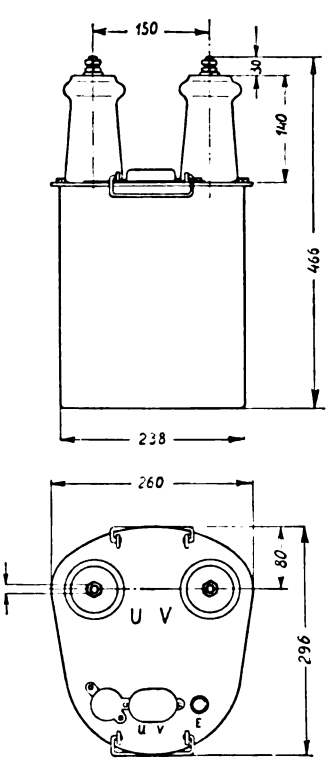
Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden dem System $\frac{A}{10}$ folgende Spannungswandlerformen als Zusatz eingereiht. Zusatz zu System $\frac{A}{10}$, die Formen TE 22 M und TE 22 Ö, Spannungswandler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von den **Aronwerken Elektrizitäts-Aktiengesellschaft** in Berlin-Charlottenburg.

Berlin-Charlottenburg, den 18. April 1933.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

Beschreibung.

Zusatz zu System $\frac{A}{10}$, die Formen TE 22 M und TE 22 Ö, Spannungswandler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von den Aronwerken Elektrizitäts-Aktiengesellschaft in Berlin-Charlottenburg.



Die durch die Bekanntmachung Nr. 167 vom 4. X. 1923 (ETZ 1923, Heft 48) zur Beglaubigung zugelassenen Spannungswandler der Formen TE 22 m und TE 22 o werden in geänderter Ausführung unter den Formzeichen TE 22 M mit Masseisolation und TE 22 Ö mit Ölisolation hergestellt. Diese Wandler können bei der Frequenz 50 Hz für primäre Spannungen bis 10 000 V, für die sekundäre Nennspannung 110 V und für die sekundäre Nennleistung von 30 VA beglaubigt werden. Sie unterscheiden sich von den bisher zugelassenen Ausführungsformen durch die Gestalt von Topf und Deckel, ferner durch die Beschränkung auf primäre Spannungen bis 10 000 V.

Die Prüfspannungen entsprechen den vom Verband Deutscher Elektrotechniker in den Regeln für Wandler (REW 32) festgesetzten Werten.

Die Abbildung läßt den äußeren Aufbau eines Wandlers erkennen.

[1] Reichsministerialblatt 1933, S. 232.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Bahnen und Fahrzeuge.

Eine neue Leitungsbus-Steuerung. — Besonderes Interesse bietet ein von den Firmen Daimler-Benz und Brown Boveri in Mannheim gebauter Fahrdrahtbus hinsichtlich seiner elektrischen Steuerung. Das Charakteristische dieser von Brown Boveri gelieferten Einrichtung ist, daß das stufenweise Anlassen des Elektromotors nicht, wie bisher allgemein üblich, durch stufenweises Niedertreten eines direkt schaltenden Kontrollers oder durch allmähliches Niedertreten eines Steuerschalters einer Schützensteuerung erfolgt, sondern daß dieser Vorgang selbsttätig gemacht worden ist. Der Führer dieses Fahrzeuges braucht zum Fahrtantritt nur das Fahrpedal bis zu einem Anschlag durchzutreten, worauf sich der ganze Anlaßvorgang selbsttätig so abwickelt, wie dies sonst nur von einem sehr gut geschulten Führer durch genaues stufenweises Schalten erreicht wird, d. h. das Fortschalten von Stufe zu Stufe erfolgt genau bei vorher eingestellten Fortschaltestromstärken, jede Motorüberlastung vermeidend.

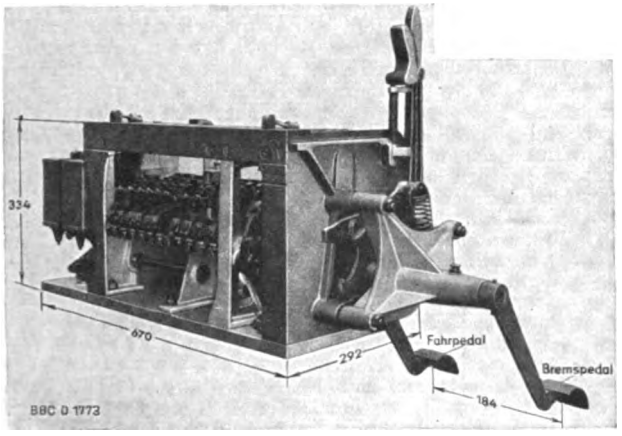


Abb. 1. Fahrschalter mit selbsttätiger Schaltung der einzelnen Stufen.

Erreicht wird diese Schaltweise durch eine Vereinigung zwischen einem Fahrschalter und einem kleinen Drehmagneten, der mit einer Fortschalteklinke in ein auf der Hauptwalze sitzendes Klinkenrad eingreift. Dieser Drehmagnet trägt zwei Wicklungen, deren eine vom Steuerstrom und deren andere vom Motorstrom durchflossen wird. Sind beide Ströme wirksam (beim Niedertreten des Fahrpedals), so macht der Drehmagnet einen Winkelausschlag, den er durch die Klinke auf die Hauptwalze überträgt. Am Ende dieses Hubes wird der Steuerstrom unterbrochen, und der Magnet wird nur durch den Motorstrom in seiner Ausschlaglage gehalten. Klingt dieser Motorstrom ab, so fällt der Drehmagnet unter dem Einfluß einer Rückzugfeder in die Ursprungslage, schließt dabei den Steuerstrom, und das Spiel wiederholt sich bis zur letzten Schaltstufe. In gleicher Weise wird auch die elektrische Bremse gesteuert. Man tritt dazu nur das Bremspedal durch. Geht man während des Aufschaltvorganges mit dem Fuß ein wenig zurück, so bleibt die Steuerung stehen; läßt man das Pedal los, so geht die Hauptwalze auf Null.

Die neue Steuerung ist nicht nur denkbar einfach in der Bedienung — jeder Omnibusschaffner kann in wenigen Minuten angelernt werden — sondern auch eine erhebliche Gewichts- und Raumersparnis; die ganze Steuerung für Fahren und elektrisches Bremsen (Abb. 1) wiegt nämlich nur 114 kg. *fi*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Verschärfung stroboskopischer Messungen durch Verwendung kurzzeitiger Spannungstöße. — Es wird ein Verfahren beschrieben, nach dem man unter Anwendung eines besonders einfachen Kipprelais die bei stroboskopischen Messungen verwendete Glimmlampe mit sehr kurzzeitigen Rechteckwellen betreiben kann. Es wird dabei das von W. Fucks[1] angegebene Kipprelais in der Schaltung für periodischen Betrieb benutzt. Dadurch wird eine bedeutende Verschärfung der Messung gegenüber einer mit sinusförmigem Wechselstrom betriebenen Glimmlampe ohne einen größeren Aufwand erzielt. (W. Fucks und H. Weyrauch, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 11, S. 801.)

Elektrische Integrierung wärmetechnischer Meßgrößen mit Widerstands-Fernsendern und spannungsunabhängigen Induktionszählern. — Der bei der elektrischen Integrierung wärmetechnischer Meßgrößen allgemein zur Anwendung kommende, aus Fernsender-Widerstandswalze und Schleifbürste bestehende Widerstands-Fernsender (meist kurz „Fernsender" genannt) wird mit der Zeigerachse des Gebergerätes (z. B. Wassermessers) mechanisch gekuppelt, so daß jeder Zeigerstellung des Gebergerätes eine bestimmte Stellung der Schleifbürste und somit ein bestimmter, dem Augenblickswert der Meßgröße proportionaler Widerstandsbetrag zugeordnet ist. Es kommt nun darauf an, den Fernsender und den zur Integrierung benutzten elektrischen Motorzähler in eine Meßschaltung einzufügen, die so beschaffen sein muß, daß die jeweilige Drehzahl des Zählers diesem Widerstandsbetrag genau verhältnisgleich und von Spannungsschwankungen der Stromquelle unabhängig ist.

In einer früheren Arbeit[2] hat W. Geyger einige für diese Zwecke besonders vorteilhafte Sonderschaltungen angegeben, die in Verbindung mit sog. spannungsunabhängigen Induktionszählern arbeiten. Es wurde dort als Beispiel angenommen, daß der Zähler in altbekannter Weise[3] durch einen von der Stromquelle erregten Elektromagneten gebremst wird, um die Integrierung von Spannungschwankungen der Stromquelle unabhängig zu machen. Um dies zu erreichen, kann man bekanntlich in manchen Fällen auch so verfahren, daß man ohne Bremsmagnet arbeitet und den Zähler unter sehr starker Vergrößerung des Spannungsflusses in sich abdämpft. Diese Methode ist jedoch bei den hier zur Anwendung kommenden Meßschaltungen nicht anwendbar; denn es ergibt sich in diesem Falle die merkwürdige, hauptsächlich in Änderungen der Phasenverhältnisse begründete Erscheinung, daß die Drehzahl des Zählers für eine konstante Meßgröße bei steigender Spannung abnimmt und umgekehrt bei sinkender Spannung zunimmt, u. zw. entspricht in dem angeführten Beispiel einer Spannungsabnahme von 15 % eine Drehzahlzunahme von etwa 7 %. Der Zähler ist also sozusagen überkompensiert. Diesen Fehler kann man nun dadurch beseitigen, daß man in den Zähler einen permanenten Bremsmagneten einsetzt und das Verhältnis der beiden im Zählermeßwerk wirksamen magnetischen Flüsse zu dem von diesem Magneten erzeugten Fluß derart wählt, daß die Drehzahl vom Meßstrom und somit von den betriebsmäßigen Spannungschwankungen des als Stromquelle dienenden Wechselstromnetzes unabhängig ist.

Da die beschriebene Meßanordnung über einen kleinen Schutztransformator (Sekundärspannung 36 V) direkt an das Wechselstromnetz angeschlossen wird und infolge des benutzten Meßprinzips spannungsunabhängig arbeitet, so werden die sonst vielfach üblichen Zusatzgeräte (Gleichrichter, Regelapparate und Kontrollinstrumente zur Konstanthaltung der Meßspannung, Netzanschluß-Antriebsätze mit Eisen-Wasserstoff-Lampen u. dgl.) grundsätzlich vermieden, was nicht nur wirtschaftliche Vorteile mit sich bringt, sondern auch eine außerordentliche Einfachheit, Übersichtlichkeit und Betriebsicherheit gewährleistet. (W. Geyger, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 2, S. 94.)

Installation.

Wandebener Abschluß von Unterputzdosen. — Um bei schief eingesetzten Unterputzdosen einen bündigen Abschluß mit der Wand zu erreichen, konstruierte Ing. Hans Neumann, Goslar, eine zweiteilige Abzweigdose

[1] W. Fucks, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 723 (1931). Referat ETZ 1932, S. 917.
[2] W. Geyger, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 769.
[3] Vgl. z. B. G. H. Gibson, amerik. Patent Nr. 1 267 757 v. 28. V. 1918 (Fig. 9).

Digitized by Google

(Abb. 2), bei welcher über dem zylindrischen Teil (*a*) ein beweglicher Überwurf vorgesehen wurde. Dieser bewegliche Überwurf (*b*), welcher sich über den Bördel (*c*) am zylindrischen Dosenteil bewegt, gestattet nicht nur eine Veränderung der Dosentiefe um weitere 25 mm (bei einer Dose von 70 mm Dmr.), vielmehr kann dieser drehbare Überwurf (*b*) auch bis zu einem gewissen Grade schräg gegen den zylindrischen Dosenteil eingestellt werden (Abb. 3). Somit ist volle Gewähr für einen stets gerade mit dem Wandputz abschließenden Dosendeckelrand gegeben.

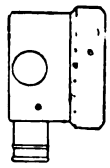


Abb. 2.

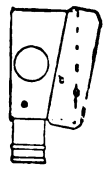


Abb. 3.

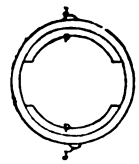


Abb. 4.

Die Abzweigdose[1] wird in dem vorher eingestemmten Mauerwerk festgegipst, dann der Überwurf (*b*) auf größte Dosentiefe herausgezogen; darauf wirft der Maurer seinen Mörtel um die Dose herum und drückt mit der Reibbrettfläche den Überwurf in den Putz hinein. Der Rand des Überwurfes kann dabei nicht tiefer zu liegen kommen, als das Reibbrett auf beiden Seiten neben der Dose auf dem Putz liegt. Es stellt sich also der Rand des Überwurfes ganz von selbst mit der Putzoberfläche in eine Richtung ein. Damit sich der Überwurf (*b*) beim späteren Aufsetzen des Dosendeckels in dem Bajonettrand (*d*) nicht dreht, sind an dem Überwurf (*b*) mehrere Vorsprünge (*f*) vorgesehen (Abb. 4), welche ein Drehen im verhärteten Putz verhindern. *fi*

Beleuchtung.

Lichtflußermittlung aus polaren Lichtverteilungskurven. — S. Oberndorf betont einleitend den Mangel der gebräuchlichen Polardarstellungen für die Lichtverteilung einer Lichtquelle, daß aus ihnen nicht der Gesamtlichtfluß ohne weiteres bestimmbar ist. Um nun die polar aufgetragene Lichtverteilungskurve zur Lichtflußbestimmung geeignet zu machen, schlägt der Verfasser vor, die Maßstäbe für die Lichtstärkeskala und für die Winkelskala in geeigneter Weise zu wählen. Diesem Grundsatz folgend, wird die Winkelskala proportional den Raumwinkelzonen der entsprechenden Kreiswinkelgrade gemacht und die Lichtstärkenskala in Quadratwurzelteilung entsprechend der Formel Radius $= \sqrt{HK}$ ausgeführt. Abgesehen davon, daß derselbe Weg vor 15 Jahren von Gerhardt[2] beschritten worden ist, kann das besprochene Verfahren — für das der Verfasser überdies Copyright in Anspruch genommen hat, und für die er sich alle Wiederveröffentlichungsrechte vorbehält — keine ungeteilte Zustimmung beanspruchen. Durch die von Gerhardt und Oberndorf vertretene Darstellung wird die Verwirrung, die über die „Polarfläche" hinsichtlich ihrer Bedeutung für den Lichtfluß besteht, noch verstärkt werden, da dieses Verfahren gleichsam eine „Polarkurve zweiter Ordnung" schafft und zur Verwechslung mit der bisher üblichen Polarkurve Anlaß geben kann. Im Interesse einer klaren Sprache der Lichttechnik sei die Lichtverteilungskurve, die bisher in der Lichttechnik ausschließlich gebräuchlich war, als Polardiagramm im engeren Sinne bezeichnet gegenüber der abgeänderten Lichtverteilungskurve, die zweckmäßigerweise als „Semi-Polarkurve" oder „Polarkurve zweiter Ordnung" bezeichnet werden kann. Es ist dringend notwendig, die Beziehungen festzustellen, in welchen der Flächeninhalt dieser beiden Arten von Polarkurven zum Lichtfluß steht. Bei der Semipolarkurve ist der Lichtfluß proportional der ersten Potenz der Fläche des Semipolardiagramms ($\Phi \sim F^1$) — was bisher nur für die Fläche des Rousseau-Diagramms zutraf —, während dies bei dem „Polardiagramm im engeren Sinne" nicht der Fall ist. Bei letzterem ist erstens der Lichtfluß proportional der halben Potenz der Polarfläche ($\Phi \sim F^{1/2}$), zweitens tritt ein „Formfaktor" hinzu, dessen Zahlenwert sich in gesetzmäßiger Weise zwischen den Grenzen 1,15 für Halbkugelstrahler und 0,5 für Flächenstrahler bewegt, wie Roggan nachgewiesen hat[3]. Mit Hilfe des von letzterem angegebenen Verfahrens ist eine hinreichend genaue Bestimmung des Lichtflusses direkt aus der Fläche des Polardiagramms im engeren Sinne möglich, ohne daß auf die Darstellung in einem besonderen Polarkoordinatenpapier zurückgegriffen werden muß, wie es Gerhardt und Oberndorf fordern. Jedoch möchte der Berichterstatter zunächst weder das eine noch das andere Verfahren der Lichtflußbestimmung aus der Polarfläche angewandt wissen, solange es noch an Aufklärungsarbeit über diese elementarsten lichttechnischen Begriffe mangelt, die auf breitester Basis vorzunehmen wäre. (S. Oberndorf, Electr. Wld., N. Y., Bd. 101, S. 132.) *Rg.*

[1] DRGM.
[2] Gerhardt, Z. Beleuchtungswes. 1918, S. 54.
[3] Roggan, Z. techn. Physik Bd. 11, S. 207 (1930).

Bergbau und Hütte.

Auszug aus dem Jahresbericht 1931/32 des Oberschlesischen Überwachungsvereins zu Gleiwitz. — Für die Ausführung von elektrischen Einrichtungen in explosionsgefährdeten Räumen gibt der Jahresbericht 1931/32 des Oberschlesischen Überwachungsvereins Richtlinien an, die neben den allgemeinen VDE-Vorschriften der Beachtung empfohlen werden. Ferner sind einige Schaltungen für Personenbahnhöfe in elektrischen Förderstrecken untertage bemerkenswert sowie ein Fall des Übertreibens einer Förderschale während des Holzhängens. Der letztere Betriebsunfall ist vermutlich darauf zurückzuführen, daß mit abgekuppeltem Teufenzeiger gefahren wurde; als Vorbeugungsmittel wird empfohlen, die Teufenzeigerkupplung mit einem Hilfschalter zu versehen, der auf die Sicherheitsbremse wirkt. Eine Grubenverwaltung hat für den Abbaubetrieb fahrbare Transformatorenstationen geschaffen, die alle vorgeschriebenen Schutzeinrichtungen und die zum Betrieb der Transformatoren erforderlichen Trennschalter, Ölschalter usw. enthalten. Der feuersichere Einbau wird durch eine allseitig geschlossene Blechverkleidung erreicht; zur Löschung etwa brennend ausfließenden Öles ist der Boden des Gehäuses als Wanne ausgebildet, die mit grobkörnigem Kies oder Schotter gefüllt ist. Zur Vereinfachung der Anschlußarbeiten auf der Niederspannungseite ist eine fahrbare Niederspannungsverteilung vorgesehen. — Bezüglich des für Wicklungszwecke verwendeten Drahtes wird auf Asbestisolierung hingewiesen, die sich in vielen Fällen gut bewährt haben soll. *Ka.*

Fernmeldetechnik.

Über den Begriff der Echodämpfung. — Die Echodämpfung b_E dient als Maß für die Gleichförmigkeit im Aufbau von Fernsprechleitungen und charakterisiert damit die Nachbildfähigkeit. Sie wird in den Empfehlungen des CCI definiert durch

$$b_E = \frac{1}{2} \ln \frac{N_1}{N_2},$$

wo N_1 die durch einen angepaßten Generator vor der Rückkehr des Echos in die Leitung hineingeschickte Leistung, N_2 die zum Generator zurückkehrende Leistung bedeutet. Im Zusammenhang mit dieser Definition sind Unklarheiten entstanden, z. B. über den Begriff der „echofreien Leitung". Um sie zu beseitigen, muß man zunächst die zugrunde liegenden physikalischen Vorgänge betrachten. Die Echodämpfung einer homogenen Leitung läßt sich anschaulich erfassen. Durch eine formale Übertragung läßt sich dieser Begriff auf Vierpole erweitern. Bei einer Vierpolkette ist die Echodämpfung ein Maß dafür, wie weit der Eingangswiderstand derselben mit dem Kennwiderstand des ersten Vierpols übereinstimmt. Bei der praktischen Anwendung dieses Begriffes ergibt sich aus der Wahl des ersten Vierpols eine gewisse Unsicherheit. Diese wird dadurch behoben, daß als erster Vierpol derjenige festgesetzt wird, dessen Kennwiderstand sich durch einfache Netzwerke nachbilden läßt. Ist das Nachbildungsnetzwerk rechnerisch oder empirisch ermittelt, so läßt sich die Echodämpfung mit jeder gewünschten Genauigkeit messen. (P. Oehlen, Europ. Fernsprechdienst 1933, S. 81.)

H. Bkm.

Über Leuchtresonatoren als Hochfrequenznormale. — Als Frequenznormale im Hochfrequenzgebiet der drahtlosen Telegraphie dienen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt longitudinal schwingende Leuchtresonatoren. An Hand eines umfangreichen Beobachtungsmaterials führen E. Giebe und A. Scheibe den Nachweis, daß die im Aufbau und in der Handhabung so einfachen Leuchtresonatoren der neueren Konstruktionsformen sehr konstante und leicht transportable Frequenznormale darstellen, die den heutigen hohen Anforderungen an Genauigkeit und Zuverlässigkeit gerecht werden, und zwar für die

Digitized by Google

meisten praktischen Zwecke auch ohne Verwendung eines Thermostaten. Die mit in bestimmter Weise gehalterten Resonatoren erreichbare Genauigkeit der Abstimmung eines Senders ist $0{,}5 \cdots 1 \cdot 10^{-6}$. Diese Resonatoren haben über längere Zeiträume eine Konstanz von wenigen Millionteln. Zur Messung der Konstanz, des Temperaturkoeffizienten, der Abstimmschärfe, des Einflusses der Halterung usw. war eine Methode mit fast astronomischer Genauigkeit erforderlich. Bei der zuletzt angewandten genauesten Methode ist die Unsicherheit kleiner als $1 \cdot 10^{-6}$. (E. Giebe u. A. Scheibe, Z. Hochfrequenztechn. u. El.-Akustik Bd. 41, S. 83.) *H. Bkm.*

Werkstatt und Baustoffe.

Versuche über Ölalterung. — Zusatz von Phenyl-Alpha-Naphthylamin zu normalem russischem Transformatorenöl hatte sehr ungünstige Wirkung, das Öl versäuerte und verschlammte viel schneller als ohne Zusatz. Entfernung etwa des halben Schwefelgehaltes aus russischem und nach dem Edeleanu-Verfahren behandeltem amerikanischem Öl hatte keine günstige Wirkung; die Öle alterten eine Kleinigkeit schneller als in dem Zustande, wie sie von der Raffinerie angeliefert wurden. (Typke, Erdöl u. Teer Bd. 9 (1933), S. 61.) *Sb.*

Billigere Kunstharzpreßteile. — Kunstharzpreßteile finden in der Technik vielseitige Verwendung. Zu den bekannten allgemeinen günstigen Eigenschaften dieses Materials kommen für die Elektrotechnik noch der hohe Isolationswert und die Durchschlagfestigkeit hinzu. Spulenkörper, Isolatoren, Kabelendverschlüsse, Zähler und Zählertafeln, Rundfunkgeräte und Telephonteile sind einige Beispiele für die umfangreiche Verwendung solcher Preßteile.

Die Herstellerfirmen von Kunstharzpreßteilen beziehen den Rohstoff meistens in Form von Pulver, das in Preßformen, die je nach den vorhandenen Einrichtungen mit Dampf oder elektrisch beheizt werden, unter meist hydraulisch betriebenen Pressen zur Verarbeitung kommt. Der hierbei verwendete hohe Preßdruck liegt zwischen 150 und 500 kg/cm². Für die Herstellung der Formen, die einem derartigen Druck gewachsen sein sollen, kommt nur besonders zäher, hochwertiger Stahl in Betracht, der in der Regel noch gehärtet werden muß. Die Verarbeitung dieser Formstähle erfordert wieder besondere Werkzeuge und ist, da sie nur von Qualitätswerkzeugmachern ausgeführt werden kann, außerordentlich kostspielig. Diesem Umstand ist es zuzuschreiben, daß bei besonders komplizierten Formen ihre Herstellungskosten nur bei sehr großen Stückzahlen der daraus zu pressenden Teile nicht ins Gewicht fallen. Bei geringem Stückbedarf, also einigen tausend oder gar nur einigen hundert Preßteilen, verursachen diese Kosten jedoch eine erhebliche Verteuerung des an sich niedrigen Stückpreises.

Leider wird sich bei Neukonstruktionen, welche die Herstellung nur für den beabsichtigten Zweck zu fertigender Preßteile nötig machen, die Beschaffung neuer Preßformen nicht vermeiden lassen. Anderseits ist es möglich und zweckmäßig, bei Bedarf an Preßteilen allgemeiner Art auf Formen zurückzugreifen, die bereits bei dem einen oder anderen Preßwerk vorhanden sind und entweder ohne weiteres die für den gewünschten Zweck erforderlichen Preßteile ergeben oder durch geringfügige Änderungen dazu brauchbar gemacht werden können. Es ist dabei an Spulenkörper, Gehäuse, Knöpfe, Griffe, Kappen, Deckel, Platten, Handräder u. dgl. gedacht. Um dem Verbraucher Gelegenheit zu geben, sich über die in den Fabriken vorhandenen und ohne besondere Kosten nutzbar zu machenden Formen zu informieren, haben sich einige bedeutende Preßwerke, u. a. die Siemens-Schuckertwerke und die H. Römmler A.-G., entschlossen, ein gemeinsames, besonderes Büro, eine Matrizenzentrale (Matri-Zentra) einzurichten. Dieses Büro verfügt über mehrere tausend Formen für Teile der erwähnten Art aus allen Gebieten der Technik, von denen zu erwarten ist, daß ein großer Teil des Bedarfes an den mannigfaltigen von der Industrie und dem Handel benötigten Preßteilen aus diesen vorhandenen Formen befriedigt werden kann. Außer der Formkostenersparnis ist dabei auch die Möglichkeit erheblich beschleunigter Lieferung, unmittelbar durch die angeschlossenen Werke, in vielen Fällen von großem Vorteil. *Sc.*

Mycalex, ein Isolierstoff für Hochspannung und Hochfrequenz. — Der Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie hat die Typeneinteilung der gummifreien Isolierpreßmassen um einen neuen Typ Y erweitert, dessen einziger Vertreter das von der AEG hergestellte Mycalex ist. Es besteht aus einem Gemisch von Glimmerpulver und Glas, das bei einer Temperatur, die oberhalb des Sinterungspunktes liegt, unter hohem Druck in Stahlformen verpreßt wird. Mycalex ist ein sehr hartes, grauweißes Erzeugnis mit vorzüglichen elektrischen, mechanischen und thermischen Eigenschaften. Es vereinigt in sich die Vorteile der gummifreien Preßmassen, wie Formbarkeit, hohe mechanische Festigkeit und die Möglichkeit des Einpressens von Metallteilen, mit denen der keramischen Stoffe, z. B. hohe Wärmebeständigkeit, Glut- und Lichtbogensicherheit, hohe Dielektrizitätskonstante und niedrige dielektrische Verluste:

Wärmefestigkeit	400° C Martens
Biegefestigkeit	1000 kg/cm²
Schlagbiegefestigkeit	5 cmkg/cm²
Glutfestigkeit	5 Gütegrade
Oberflächenwiderstand	4 Vergleichszahl
spez. Gewicht	3,3
Wärmeausdehnungskoeffizient	0,000 01 zw. 20° und 500° C
Härte nach Mohs	3 ··· 4
Skleroskophärte	40
Druckfestigkeit	1200 ··· 3900 kg/cm² je nach Probeform
Zugfestigkeit	600 ··· 700 kg/cm²
Durchschlagfestigkeit	etwa 15 kV/mm
dielektrische Verluste	$\operatorname{tg} \vartheta = 0{,}015 \cdots 0{,}020$
Dielektrizitätskonstante	8

Infolge des geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten widersteht das Material schroffem Temperaturwechsel. Trotz der großen Härte kann es noch bearbeitet werden, besonders gut mit Widia- oder Osram-Hartmetall-Werkzeugen. Es zeigt keinerlei Neigung, Wasser oder Feuchtigkeit aufzunehmen. Die Anwendungsgebiete des Mycalex sind insbesondere: 1. in der Hochfrequenztechnik, im Kondensatoren- und Radiobau überall, wo es auf geringe dielektrische Verluste ankommt. Diese sind nur noch bei reinem Glimmer und geschmolzenem Quarz günstiger. 2. Hochbeanspruchte Hänge- und Stützisolatoren. Die Konstruktion wird durch die Möglichkeit des Einpressens der Metallteile in den Isolierkörper vereinfacht. 3. In der Heizgerätetechnik als Gerätestecker und -durchführungen. 4. Im Schalter- und Schützenbau als Funkenlöschmaterial, da es den Vorteil besitzt, daß die leitenden Zuführungen unmittelbar an die Löschkammern angeschraubt werden können. 5. Als vakuumdichte Durchführungen.

A. v. Nagy.

AUS LETZTER ZEIT.

Gleichschaltung in der VdEW. — Die Vereinigung der Elektrizitätswerke trat am 30. Juni d. J. unter der Leitung des stellvertretenden Vorsitzenden, Generaldirektors A. Lange, zu ihrer alljährlichen Hauptversammlung in Essen zusammen. Von den nationalsozialistischen und Stahlhelm-Mitgliedern der Vereinigung wurde Generaldirektor Otte, Hamburg, als neuer Vorsitzender vorgeschlagen. Nach einer kurzen Aussprache und nach Zurücknahme eines Gegenvorschlages und der Forderung auf schriftliche Zettelabstimmung wurde durch Akklamation Generaldirektor Otte mit allen gegen 3 Stimmen zum Vorsitzenden gewählt, gleichzeitig mit der Ermächtigung, die übrigen Mitglieder des Vorstandes zu bestimmen sowie die Satzungen neu zu gestalten. Herr Otte dankte der Versammlung in einer kurzen Ansprache. Im Bewußtsein der verantwortungsreichen Aufgabe übernahm er diese im Sinne Adolf Hitlers und versprach, sie auf Grund der neuen Richtlinien tatkräftig durchzuführen. An den Herrn Reichspräsidenten sowie an den Volkskanzler Adolf Hitler wurden Begrüßungstelegramme gesandt, die dem Willen, die Arbeit der Vereinigung in den Dienst der Volksgemeinschaft zu stellen, Ausdruck gaben.

Neuordnung im DATSCH. — Der Deutsche Ausschuß für Technisches Schulwesen E. V. (DATSCH) hat in seiner Mitgliederversammlung vom 26. VI. seinen Vorstand neubesetzt und zum Ehrenvorsitzenden einstimmig Dipl.-Ing. Gottfried Feder gewählt, der bekanntlich inzwischen als Staatssekretär in das Reichswirtschaftsministerium berufen ist. Den geschäftsführenden Vorstand bilden die Herren: Dr.-Ing. Grießmann, Magdeburg-Buckau (Vorsitzender), Prof. Heering, Berlin, Otto, Berlin, Schuhmann, Berlin, Dr.-Ing. Schwarze, Berlin, Dr.-Ing. Stäbel, München. Der erweiterte Vorstand wurde ebenfalls neubesetzt. Für das berufliche Bildungswesen, dem im Dritten Reich hervorragende Bedeutung zukommt, ist so ein Gremium geschaffen, das die in Frage stehenden Aufgaben im Sinne von Staat und Wirtschaft

Digitized by Google

lösen wird. — Im Anschluß an die Neubesetzung hielt Prof. Heering einen Vortrag über das Thema „Das berufliche Bildungswesen im neuen Staat". Ausgehend von den Grundforderungen des Nationalsozialismus entwickelte er in eindrucksvoller Weise Gedanken über eine sinnvolle Neugestaltung der fachlichen Bildung.

Das französische Wasserkraftwerk Brommat. — Während einer Reise nach Mittelfrankreich hatte der Präsident der französischen Republik das neue Wasserkraftwerk Brommat der Soc. des Forces Motrices de la Truyère eingeweiht und den im Bau befindlichen Staudamm Sarrans besichtigt. Das 250 m unter Tag liegende Kraftwerk Brommat besitzt 6 Francisturbinen von je 32 500 kVA bei 500 U/min. Die Umspanner 15/150/220 kV sind bei der Mündung des unter 60 ° geneigten und das Werk mit der Erdoberfläche verbindenden Schachtes, die Schalter infolge Platzmangels 1,8 km weiter in Rueyres aufgestellt. Die Anlage wird durch den etwa 10 km flußaufwärts auf der Truyère gebauten Staudamm Sarrans ergänzt. Bei einer Stauhöhe von 105 m wird der aufgestaute See eine Länge von 35 km und eine Kapazität von $308 \cdot 10^6$ m³ besitzen. Am Fuße des Staudammes wird unter der Fallhöhe von 80 m ein zweites Kraftwerk Sarrans mit $3 \cdot 40\,000$ kVA erbaut, so daß die Gesamtleistung der beiden Werke 315 000 kVA betragen wird, was eine Jahresproduktion von $900 \cdot 10^6$ kWh ergeben soll. Eine Energielieferung nach dem Pariser Gebiet ist durch die 220 kV-Fernleitung Rueyres—Chevilly ermöglicht.

Eskimo-Kraftwerk. — In Schweden ist ein großes unterirdisches Kraftwerk in Betrieb gesetzt worden, das die Eisenbahn Kiruna—Riksgränsen speisen soll. Das Werk wird von den Porjuswasserfällen betrieben, die bei strenger Kälte oft völlig vereisen. Man muß also das unter dem Eis strömende Wasser den Turbinen zuführen, die mit der gesamten Betriebsanlage 50 m unter der Erde aufgestellt sind, um das Einfrieren zu verhindern. Das Eskimo-Kraftwerk in Lappland ist das nördlichste Elektrizitätswerk der Erde.

Elektrisierung der italienischen Staatsbahnen. — In einer Sitzung von Anfang Juli d. J. hat der italienische Ministerrat beschlossen, die z. Z. im Umbau befindliche Strecke Neapel—Salerno über Salerno hinaus nach Reggio di Calabria ebenfalls auf elektrischen Betrieb umzustellen. Damit werden ab Salerno weitere 419 km Streckenlänge elektrisch betrieben werden. Man hofft, innerhalb von 4 Jahren mit diesen Arbeiten fertig zu sein, durch die der jetzige Eisenbahnweg von Rom nach Sizilien um volle zwei Stunden verkürzt wird.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Deutscher Ausschuß der CIGRE.

7. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz in Paris.

In der Zeit vom 16. bis 24. Juni 1933 fand die 7. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz (CIGRE) statt, die von etwa 700 Delegierten aus 31 Ländern beschickt war.

Deutschland war zum erstenmal an der Tagung beteiligt, nachdem die Sprachenfrage im Sinne der deutschen Richtlinien geregelt war. Von Deutschland waren 25 Vertreter anwesend.

Zur diesjährigen Tagung waren 129 Fachberichte aus den folgenden Gebieten eingereicht, an denen Deutschland mit 23 Berichten beteiligt war:

I. Abteilung. Erzeugung und Umformung der Energie.
- Generatoren und Parallelbetrieb,
- Transformatoren,
- Transformatorenöle,
- Hochspannungschalter mit und ohne Öl.
- Meßinstrumente.
- Gleichstromübertragung.
- Isoliermaterialien.

II. Abteilung. Aufbau und Isolierung der Leitungen.
- Porzellanisolatoren,
- Hochspannungskabel,
- Elektrische und mechanische Leitungsberechnung,
- Freileitungen und Leitungsschwingungen,
- Unterstationen.

III. Abteilung. Betrieb und Schutz der Netze.
- Zusammenschluß und Stabilität von Netzen,
- Blindleistung und Verbesserung des Leistungsfaktors,
- Erdung des Nulleiters,
- Überspannungen und Blitzschutz,
- Fernmeldung und Fernsteuerung,
- Rundfunkstörungen,
- Telephonstörungen durch Starkstrombeeinflussung.

Die für die verschiedenen Fachgruppen vorliegenden Berichte wurden in den Sitzungen jeweils von einem Gruppenberichterstatter auszugsweise vorgetragen. An die Generalberichterstattung schloß sich eine zum Teil sehr rege Aussprache, die im allgemeinen in den Sprachen Deutsch, Englisch, Französisch geführt wurde und dank des gut eingerichteten Dolmetscherdienstes ohne Schwierigkeiten bezüglich der Verständigung verlief.

Für Deutschland waren mit der Gruppenberichterstattung beauftragt worden:

Prof. A. Matthias für das Gebiet „Überspannungen und Blitzschutz",
Dr. Harald Müller für das Gebiet „Freileitungen".

In einigen Fachsitzungen führte Deutschland den Vorsitz.

Die gesamten Fachberichte einschließlich der Aussprachen sowie sonstige während der 7. Tagung gefaßte Entschließungen, Sitzungsberichte und dergleichen, werden gesammelt später als „Comptes Rendus" von der Konferenzleitung herausgegeben und können von dort bezogen werden.

Wir werden zu gegebener Zeit über den Verlauf der einzelnen Fachsitzungen berichten.

Den Konferenzteilnehmern war Gelegenheit gegeben, an einigen interessanten Besichtigungen von französischen Kraftwerken und Laboratorien sowie an sonstigen Veranstaltungen teilzunehmen.

Deutscher Ausschuß der CIGRE.

Der Vorsitzende: A. Rachel. Der Schriftführer: P. Schirp.

Bekanntmachung.

Halbzeug aus Kupfer für Elektrotechnik.

Nachstehend wird der Entwurf 1 zu DIN VDE 500 „Werkstoffe. Halbzeug aus Kupfer für Elektrotechnik. Technische Lieferbedingungen" veröffentlicht.

Dieser Normblattentwurf ist in gemeinsamer Arbeit des Kupferausschusses der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde und der Herstellerfirmen des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie aufgestellt worden.

Einsprüche gegen diesen Entwurf sind in doppelter Ausfertigung bis zum 1. Sept. 1933 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Digitized by Google

Noch nicht endgültig

Werkstoffe

Halbzeug aus Kupfer für Elektrotechnik
Technische Lieferbedingungen

Elektrotechnik

DIN
Entwurf 1
VDE 500

1. Allgemeines.

Bezeichnung von Kupfer für Elektrotechnik mit Zugfestigkeit über 30 bis 37 kg/mm²:
E — Cu F 30

Kennzeichnung	Zugfestigkeit σ_B kg/mm²	Spez. Widerstand Ωmm²/m bei 20° höchstens	
		Rundkupfer	Flachkupfer, Bleche, Bänder und Profile[1]
E — Cu F 20	20 bis 25	1/57	1/56
E — Cu F 25	über 25 bis 30		
E — Cu F 30	über 30 bis 37	bei Durchmessern ≧ 1 mm . . . . 1/56 < 1 mm 1/55	bei Dicken ≧ 1 mm . . . . . 1/55 < 1 mm 1/54
E — Cu F 37	über 37 bis 45		
E — Cu F 45	über 45		

1. Die Querschnitte sind durch Wiegen unter Annahme eines spezifischen Gewichtes von 8,9 zu bestimmen.
Werkstoff: Kupfer nach VDE 0201 „Vorschriften für Leitungskupfer".

2. Drähte.

Verwendungszweck		Abmessungen	Werkstoff-Eigenschaften
Drähte für Maschinen und Apparate		DIN VDE 6431, 6434	DIN VDE 6430
Drähte zu Starkstrom-Freileitungen		DIN VDE 8200	
Drähte für Fernmelde-Freileitungen und Antennen		DIN VDE 8300	
Fahrdrähte		DIN VDE 3141	DIN VDE 3140
Drähte für allgemeine Verwendung	weich	DIN VDE 1766	DIN VDE 6430
	hart	DIN VDE 8200	

3. Stangen.

Profilbeispiele:

Abmessungen: Rundkupfer siehe DIN 1767
Flachkupfer siehe DIN 1768

Kennzeichnung	Zustand	Rund-, Vierkant-, Sechskant-, Achtkant- und ähnliche Profile Durchmesser bzw. Schlüsselweite mm	Flachstangen, Lamellen, Winkel und ähnliche Profile Dicke mm	Flachstangen, Lamellen, Winkel und ähnliche Profile Profilgrenze mm	Bruchdehnung, mindestens[2] %	Brinellhärte ($P = 10\,D^2$) kg/mm²
E — Cu F 20	weich	1,5 bis 6	—	—	30	45 bis 65
		über 6			40	
E — Cu F 37	kalt gereckt (hart)	bis 6	bis 5	—	4	über 85
E — Cu F 30		über 6 bis 15	über 5 bis 8	—	6	80 bis 90
E — Cu F 25		über 15 bis 50	über 8	bis 60 × 15	8	70 bis 80
		über 50		über 60 × 15	12	65 bis 75

2. Bei Abmessungen bis 6 mm einschließlich wird die Bruchdehnung auf eine Meßlänge von $l = 100$ mm ($\delta\,k$) bestimmt, darüber hinaus auf eine Meßlänge von $l = 11{,}3\,\sqrt{f}$. ($\delta\,10$).

4. Rohre.

Abmessungen siehe DIN 1754

Kennzeichnung	Zustand	Außendurchmesser mm	Wanddicke mm	Bruchdehnung $\delta\,10$ mindestens %	Brinellhärte ($P = 10\,D^2$) kg/mm²
E — Cu F 20	weich	alle Abmessungen		35	45 bis 65
E — Cu F 37	kalt gereckt (hart)	bis 30	0,75 bis 1,5	2	80 bis 95
E — Cu F 30		über 30 bis 50	0,75 bis 1,5	2	
			über 1,5 bis 3	4	
		bis 20	über 3	4	
E — Cu F 25		über 20 bis 80		7	
		über 80		15	70 bis 80

Soweit die Bauart der Zerreißmaschine es zuläßt, werden die Rohre als Rundproben zerrissen, wobei in die Rohrenden Dorne eingeführt werden. Bei Rohren größeren Durchmessers wird ein Rohrstreifen von 15 bis 20 mm Breite mittels zweier Längsschnitte herausgetrennt, dessen Enden zur sicheren Einspannung kalt flach zu richten sind; innerhalb der Versuchslänge behält der Streifen seine ursprüngliche Flächenkrümmung. Mit Rohren unter 1 mm Wanddicke, die nicht mehr als Rundprobe zerrissen werden können, wird kein Zugversuch ausgeführt.

(*Fortsetzung S. 714.*)

Digitized by Google

5. Bleche und Bänder.

Abmessungen: Bleche siehe DIN 1752
Bänder siehe DIN 1792

Kennzeichnung	Zustand	Bruchdehnung mindestens %	Brinellhärte (P = 10 D²) kg/mm²
E — Cu F 20	weich	30	45 bis 65
E — Cu F 25	kalt-gereckt (hart)	6	60 bis 80
E — Cu F 30		4	70 bis 90
E — Cu F 37		2	über 85

Bleche und Bänder unter 0,5 mm Dicke werden nicht auf Zugfestigkeit und Bruchdehnung geprüft. Prüfung dickerer Bleche siehe DVM-Prüfverfahren A 114.

Zugversuch nach DIN 1605, für Bleche und Bänder nach DVM-Prüfverfahren A 114. Kugeldruckversuch nach Brinell DIN 1605.

Juni 1933. Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

LITERATUR.

Besprechungen.

Elektrolyte. Von Prof. Dr. H. Falkenhagen, mit einem Geleitwort von Prof. Dr. P. Debye. Mit 104 Abb., XVI u. 346 S. in 4°. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1932. Preis geh. 23 RM, geb. 24,80 RM.

Die Anregung zur Abfassung des obigen Buches wurde nach den Worten des Verfassers von Prof. P. Debye gegeben, der das Buch mit einem Vorwort eröffnet. Bei der Darstellung des Gegenstandes wurde erstrebt, dem Leser einerseits auf streng moderner Grundlage Einblick in die wichtigsten theoretischen Erkenntnisse des Elektrolytproblems zu verschaffen und anderseits ihn auch in die sicheren experimentellen Ergebnisse und die zugehörigen Untersuchungsmethoden einzuführen. — Durch die Anordnung des Stoffes soll der Leser zunächst mit der gesicherten Entwicklung der Elektrolytfrage in experimenteller Beziehung unter Vermeidung jeglicher Spekulation vertraut gemacht werden. Erst dann werden die theoretischen Deutungsmöglichkeiten klargelegt. Nach einigen einführenden Bemerkungen über die Elektrolyte und über die einschlägigen Definitionen wendet sich der Verfasser zunächst den idealen verdünnten Lösungen zu und gibt dann einige Ergebnisse der klassischen Theorie elektrolytischer Lösungen und ihrer Gültigkeit für schwache Elektrolyte. Die folgenden Abschnitte über starke Elektrolyte werden durch ein Kapitel über die experimentell festgestellten Abweichungen von der klassischen thermodynamischen Theorie bei diesen Elektrolyten eingeleitet. Diesen Elektrolyten gilt dann eine Reihe Abschnitte, die weiteren Einzelheiten gewidmet sind, z. B. den Anomalien der Leitfähigkeit und älteren Versuchen zur theoretischen Deutung, den Grundlagen der Debye-Millnerschen Theorie sowie der Thermodynamik und den Leitfähigkeitserscheinungen starker Elektrolyte nach der Debyeschen Theorie. Es folgt dann ein weiteres Kapitel über die Viskosität wäßriger Lösungen starker Elektrolyte nach der neueren Theorie und ein Abschnitt über konzentriertere Lösungen und über eine statistische Begründung der schon erwähnten Theorie von Debye.

Eine Tabelle über die wichtigsten Bezeichnungen schließt das begrüßenswerte Buch, das den Stand der wissenschaftlichen Forschung auf diesem Fachgebiete zum ersten Male in modernster und übersichtlicher Form erschöpfend zusammenfaßt. Es wird dieses Buch daher nicht nur von dem reinen Wissenschaftler begrüßt werden, sondern es wird auch derjenige, der auf dem Gebiete der angewandten Elektrochemie arbeitet, aus dem Buche sich über die rein wissenschaftlichen Forschungen auf diesem Fachgebiete zuverlässig orientieren und aus dem Buche wertvolle Anregungen schöpfen können.

Georg Eger.

Underground Systems Reference Book. Herausgeg. v. Underground Systems Committee, Engineering National Section, National Electric Light Association. Mit zahlr. Abb., XI u. 377 S. in 4°. Zu bez. dch. National Electric Light Association, 420 Lexington Avenue, New York City, 1931. Preis geb. 6 $, f. Mitgl. 4 $.

Das vorliegende Werk, das Ergebnis langjähriger Arbeiten der besten amerikanischen Fachingenieure auf dem Gebiete der Kabeltechnik, gibt sowohl für den theoretisch als auch für den praktisch tätigen Kabelingenieur eine ganz vorzügliche zusammengestellte Darstellung der Entwicklung, der Theorie und der Praxis im Bau von unterirdischen elektrischen Verteilungsnetzen in Amerika.

Im 1. Kapitel wird die Entwicklungsgeschichte der Kabel für Starkstrom aus solchen für Schwachstrom geschildert. Das 2. Kapitel behandelt in 8 Abschnitten die Konstruktion und Fabrikation der Kabel, die Theorie des Dielektrikums, die Charakteristiken der papierisolierten Kabel, die Anforderungen, die an die Isoliermaterialien zu stellen sind, die Untersuchungs- und Prüfungsbedingungen und gibt schließlich kurze Hinweise auf die Spezialuntersuchungen verschiedener Lehranstalten an papierisolierten Kabeln. Die sorgfältige Prüfung der verwendeten Papiersorten und die Fortschritte in dem Imprägnierungs-Prozeß haben dazu geführt, daß die Dicke der Isolation bei Kabeln unter 7500 V um 25 ··· 50 % verringert werden konnte. Bei Kabeln für mehr als 7500 V Betriebspannung konnten bisher ähnliche große Ersparnisse nicht erzielt werden, doch wird die Entwicklung nicht als abgeschlossen betrachtet. Dreifachkabel mit einem Höchst-Außendurchmesser von rd. 90 mm, wie sie für die Verlegung in Zementrohren verwendet werden, werden für 35 kV Betriebspannung hergestellt. Für höhere Spannungen werden Einfachkabel verwendet. Unter Verwendung von Ölfüllung sind Kabel für 132 kV Betriebsspannung gebaut worden, und man glaubt, noch Kabel bis 220 kV entwickeln zu können.

Das 3. Kapitel umfaßt in 7 Abschnitten die Ausbildung der verschiedenen Schutzrohr-Systeme und die Kabelschächte, Konstruktionen für die Muffen und für kleinere Transformatoren. Einer kurzen Darstellung der geschichtlichen Entwicklung folgen Angaben über die Trassierung und Ausführung der Kabelkanäle, die aus Betonformsteinen (wie sie die Deutsche Reichspost für ihre Telephonkabel verwendet) oder aus imprägniertem Holz hergestellt werden. Auch Rohrleitungen, zusammengesetzt aus Gußeisen- oder Stahlrohren, werden verwendet. Eine große Anzahl von Bildern zeigt die Ausführung der Kanäle unter Verwendung moderner Arbeitsmaschinen, wie Grabenbagger und Fräser.

Im 4. Kapitel werden in 11 Abschnitten die Verlegung bzw. das Einziehen der Kabel in die Kanäle, die Anordnung und Befestigung der Kabel in den Schächten, die Verlegung in offenen Gräben und an Tragseilen als Luftkabel und schließlich als Unterwasserkabel behandelt. In den Kabelschächten werden die Kabel oft mit einer besonderen Umkleidung als Feuerschutz versehen. Auch werden die Bleimäntel der einzelnen Kabel sorgfältig metallisch miteinander verbunden, um Störungen durch Fehlerströme, von Straßenbahnen oder von Nachbarkabeln herrührend, unschädlich zu machen bzw. um eine schnelle Abschaltung der fehlerhaften Kabel durch Vergrößerung der Bleileiterquerschnitte für den Fehlerstrom zu bewirken. Die Ausführung der Kabelverbindungen und der Endverschlüsse wird im 5. Kapitel in 8 Abschnitten an Hand von einer großen Anzahl von Abbildungen sehr ausführlich behandelt, u. a. auch die Druckverhältnisse, die in den Kabeln infolge der im Betrieb auftretenden Temperaturerhöhungen der Leiter, der Isolationen und der Bleimäntel entstehen. Diese Verhältnisse werden mit den ähnlichen Vorgängen beim Betrieb von Transformatoren verglichen, die Anordnung von besonderen Ausdehnungsgefäßen für die Imprägniermasse und schließlich die Installation und das Verhalten der ölgefüllten Hohlkabel gezeigt.

Das 6. Kapitel umfaßt die Prüfung der verlegten Kabel, den Betrieb, das Aufsuchen von Fehlern, die Reparatur und die Instandhaltung der Kabel, die verschiedenen Arten der vorkommenden Fehler, die Auswirkungen derselben z. B. durch Elektrolyse, die Erdung und die Verbindung der Kabelmäntel sowie die Temperaturverhältnisse der Kabelkanäle. Die Ausrüstung von unterirdischen Ver-

Digitized by Google

teilungspunkten und Stationen wird an Hand einer größeren Anzahl Beispiele gezeigt.

Die Maßnahmen, die zum Schutz des Personals bei der Herstellung von Kabelgräben, bei Bedienung der unterirdischen Schachtanlagen und bei der Ausführung von Reparaturen getroffen werden müssen, werden im 8. Kapitel behandelt.

Die Vorschriften für die Ausführung der an Verunglückten vorzunehmenden Wiederbelebungsversuche sind angefügt und schließlich Normen und Tabellen, wie sie häufig für die Berechnung der Kabel gebraucht werden, sowie ein umfangreiches 50 Seiten umfassendes Literaturverzeichnis.

Deutschen Interessenten kann das Studium dieses inhaltreichen Werkes nur empfohlen werden.

C. H. Bay.

Müller-Pouillets Lehrbuch der Physik. 11. Aufl. Herausg. v. A. Eucken, O. Lummer † u. E. Waetzmann. Bd. 4, Teil 1: Grundlagen der Lehre von der Elektrizität und dem Magnetismus. Bearb. v. S. Valentiner unt. Mitw. von O. v. Auwers u. H. Herrmann. Mit 744 Fig. i. Text, XXI u. 734 S. in gr. 8°. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn AG., Braunschweig 1932. Preis geh. 47,50 RM, geb. 51 RM.

Der vorliegende erste Teilband des auf vier Teilbände berechneten vierten Bandes „Elektrizität und Magnetismus" enthält als Grundlage der in späteren Teilbänden zu behandelnden Atomphysik die Lehre von dem konstanten und dem langsam veränderlichen elektromagnetischen Feld. Die Anordnung des Stoffes ist die bewährte: Grundbegriffe der Elektrostatik, elektrostatische Apparate, elektrische Ströme und mit ihnen verkettete magnetische Felder, Dauermagnete, Kraftwirkungen, Widerstands-, Strom- und Spannungsmessungen, Induktionsgesetz, magnetische Messungen, Wechselströme. Bei der Darstellung hat sich der Hauptverfasser Valentiner häufig auf die ausgezeichnete Bearbeitung der vorigen Auflage durch Kaufmann stützen können. Man überzeugt sich aber durch einen Vergleich leicht davon, daß er wohl auf jeder Seite wesentliche Änderungen angebracht, viele Abschnitte völlig umgeschrieben und das Ganze durch zahlreiche Zusätze auf den heutigen Stand des Wissens gebracht hat. Man kann daher sagen, daß durch die Neubearbeitung ein neues Buch entstanden ist. Der sehr gründliche Abschnitt über magnetische Messungen rührt von O. v. Auwers her; H. Herrmann hat einige sehr willkommene Paragraphen über die physikalischen Grundlagen der Röntgentechnik beigesteuert.

Das Buch ist eine mit den Augen des Experimentalphysikers gesehene vorzügliche Darstellung der Grundlagen der Elektrizitätslehre. Die Theorie tritt, wie es sein muß, zurück; im Vordergrunde stehen die Erfahrungstatsachen und die Hilfsmittel, mit denen sie gewonnen sind, die Wege, die zu ihnen geführt haben. Dabei ist immer der Charakter des leichtverständlichen, sich nicht in trockene Einzelheiten verlierenden Lehrbuchs gewahrt. Der Elektrotechniker ist bei der schnellen Entwicklung der letzten Jahre oft genug gezwungen, sich bei der Mutterwissenschaft Physik Rat zu holen; er wird dann besonders gern zum Müller-Pouillet greifen, der auch in seiner neuen Gestalt nichts von seiner Lesbarkeit verloren hat. Nur in einer Hinsicht möchte ich mit einer Bemerkung, die sich im Grunde an die verdienstvollen Herausgeber richtet, das Lob der leichten Lesbarkeit ein wenig einschränken. Das Buch zeigt mit überraschender Deutlichkeit, welche Unbequemlichkeiten der Leser auf sich nehmen muß, wenn, wie es hier der Fall gewesen zu sein scheint, die Richtlinie ausgegeben wird, den neuen Empfehlungen des AEF und der IEC zu folgen und doch wenigstens einen Teil der alten Formen zu retten. In diesen Dingen muß jedes Kompromiß verwirren; denn die Erleichterung, die die neuen Formen bringen, beruht ja zu einem großen Teil auf einer Erlösung von überkommenem, wertlos gewordenem Ballast. Ich möchte die Hoffnung aussprechen, daß die Herausgeber bei der nächsten Auflage auch den zweiten halben Schritt tun und sich völlig auf den Boden des Neuen stellen. J. Wallot.

Technische Kulturdenkmale. Im Auftrag d. Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum herausg. v. C. Matschoss u. W. Lindner unt. Mitarb. v. vier Fachgelehrten. Mit 248 Abb., VIII u. 127 S. in 4°. Verlag F. Bruckmann AG., München 1932. Preis geb. 6,50 RM.

Nach dem Vorwort von C. Matschoss soll das Buch „einem möglichst weitgefaßten Leserkreis ein Bild geben von der Bedeutung des kulturellen Einordnens der Technik in das Gesamtleben des Volkes". Zur Erreichung dieses Zieles sind 248 Abbildungen alter technischer Schöpfungen wiedergegeben, untermischt mit anregend geschriebenen kurzen Aufsätzen über die Entwicklung der wichtigsten Einzelgebiete: Maschinen- und Hüttenwesen, Bautechnik, Handwerk u. a.; die noch so junge Elektrotechnik ist naturgemäß nicht vertreten. Es ist so ein technisch-geschichtliches Bilderbuch im besten Sinne des Wortes entstanden, ein Werk, das man nicht zu studieren braucht, das schon bei flüchtigem Durchblättern Genuß verschafft, und das man häufig wieder einmal zur Hand nimmt, um sich in Einzelheiten mehr zu vertiefen. Jeder Ingenieur wird seine Freude an dem Buch haben und sicherlich auch die Jugend. Das Buch ist ungewöhnlich billig, zumal angesichts seiner schönen drucktechnischen Ausführung; es wird daher hoffentlich recht häufig gekauft und auch verschenkt werden. In jedem seiner Besitzer aber wird neben der Freude an dem schönen Werk auch der Sinn für die kulturelle Seite der Technik und die Wichtigkeit ihrer Geschichte geweckt werden.

G. H. Winkler.

Entscheidungen in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichensachen. Bd. 1: Patent- und Gebrauchsmuster-Entscheidungen. Von Dr. H. Joseph. Mit VIII u. 156 S. in 4°. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1932. Preis geb. 24 RM.

Der vorliegende erste Band bringt eine Sammlung der Entscheidungen des Patentamts und der Gerichte in Patent- und Gebrauchsmustersachen, die seit dem Inkrafttreten der entsprechenden Gesetze, also seit dem 1. X. 1891, bis zum 1. VII. 1932 ergangen und in den Fachzeitschriften des gewerblichen Rechtschutzes veröffentlicht sind. Das Buch soll die vorhandenen Kommentare ergänzen und die Möglichkeit bieten, ohne den Zeitverlust, den das Durchsehen der oft unzureichenden Register von Büchern und Zeitschriften erfordert, durch Nachschlagen wie in einem Lexikon für eine bestimmte Frage die einschlägigen Entscheidungen zu ermitteln. Ein zweiter Band über Warenzeichen-Entscheidungen soll in nächster Zeit folgen.

Die Entscheidungen sind nach alphabetisch geordneten Stichworten unter Angabe der Stellen, wo sie in den Fachzeitschriften zu finden sind, angeführt. Sie sind mit kurzen Inhaltsangaben im Telegrammstil versehen, nur in Ausnahmefällen nimmt der Verfasser selbst durch ein paar Worte Stellung. Das Auffinden wird durch verschiedenen Druck von Haupt- und Unterstichworten erleichtert. Dadurch, daß dem Stichwortverzeichnis der Text der Gesetze vorangeschickt ist und bei den einzelnen Paragraphen derselben auf die zugehörigen Stichworte des Registers verwiesen wird, ergibt sich die Möglichkeit, auch von den einzelnen Bestimmungen der Gesetze aus an die Entscheidungen heranzukommen. Da häufig für dieselbe Frage verschiedene Stichworte in Betracht kommen, und da die Einheitlichkeit der patentrechtlichen Terminologie bekanntlich noch viel zu wünschen übrig läßt, war ohne viele Verweisungen von einem der nach Tausenden zählenden Stichworte auf andere nicht auszukommen.

Die Entscheidungen sind mit großem Fleiß und sehr gewissenhaft zusammengestellt, sie bieten, soweit zu übersehen ist, ein vollständiges Bild der Rechtsprechung. Auch der Rechtsinhalt der einzelnen Stichworte scheint erschöpfend behandelt zu sein, wie z. B. ein Blick auf besonders wichtige Stichworte, „Patentanspruch", „Schutzumfang" usw. mit ihren vielen Unterstichworten zeigt. Zunächst wirkt die Fülle der Begriffe, die sich in dieser bis in alle Einzelheiten durchgearbeiteten Materie auftut, verwirrend, man wird sich bei Benutzung des Werkes erst daran gewöhnen müssen. Mir scheint, als sei bei den Verweisungen auf andere Stichworte fast des Guten zuviel getan, so besonders bei den Verweisungen für die Unterstichworte unter demselben Hauptstichwort. Das ermüdet durch übermäßige Gründlichkeit. Für jemanden, der in einem Kommentar genau Bescheid weiß und die Stellen kennt, wo dieselben Fragen unter verschiedenen Gesichtspunkten behandelt werden, bedarf es kaum eines zeitraubenden Suchens und Nachschlagens, um sich vollständig zu orientieren. Ein Kommentar gibt schon durch den lebendigen Text ein ungefähres Bild davon, was die im Zusammenhang angeführte Entscheidung bringt. Am meisten leistet in dieser Beziehung der Kommentar von Pietzker, der bei jeder Entscheidung auch ihren wesentlichen Inhalt zum Verständnis bringt, ohne dadurch zu breit zu werden. Die in einem Nachschlagewerk angeführten Entscheidungen können ihrem eigentlichen Inhalte nach erst durch Einsicht der Fachzeitschriften zugänglich werden, sie geben dann häufig nicht das, was man sucht. Das ist ein grundsätzlicher Mangel derartiger

Digitized by Google

Nachschlagewerke, der offenbar durch kurze Inhaltsangaben nicht zu beseitigen ist. Trotzdem sind sie nicht zu entbehren, sie werden in der Hand desjenigen, der sich nach anfänglichen Schwierigkeiten in sie eingelebt hat, von großem Nutzen sein.

Es wäre sehr zu wünschen, daß der Verfasser sein Werk in geeigneter Weise durch Aufnahme der späteren Entscheidungen auf dem laufenden halten und so die Bereicherung, die die Patentliteratur ihm verdankt, zu einer dauernden machen würde. Kahle.

Eingegangene Doktordissertationen.

Max R. Ehrt, Untersuchungen an fahrbaren Förderbändern für den Baubetrieb. T. H. Berlin 1932. (Erschien gleichzeitig als H. 4 der Mitt. Forschungsinst. f. Maschinenwesen im Baubetrieb; in Kommission beim VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin.)

Kuno Horst, Die Regelungsvorgänge an Holzschleifern (Pressenschleifern) mit Wasserturbinenantrieb. T. H. Berlin 1932.

Ernst Kirch, Der unvollkommene Durchbruch in Dielektriken unt. bes. Berücksichtigung des Hochspannungskabels. T. H. Darmstadt 1929.

Hermann Kropp, Scharfkantige Mehrelektroden-Anordnungen in der Hochspannungstechnik. T. H. München 1932.

Fritz Loepelmann, Über die mechanischen Eigenschaften des Tempergusses, unt. bes. Berücksichtigung seiner Korngröße. T. H. Berlin 1932.

Hermann Malz, Die Grenzen der Schneidgeschwindigkeit beim Brennschneiden. T. H. Berlin 1932.

Kurt Reche, Theoretische und experimentelle Untersuchung des eisenlosen Induktionsofens. T. H. Berlin 1932.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die schwedische Elektroindustrie im Jahre 1932. — Die ASEA, welche Mitte März 1932 die Feier des 50jährigen Bestehens der Firma beging, hat aus diesem Grunde nicht nur eine besondere Festschrift, sondern auch einen über den normalen Rahmen hinausgehenden Geschäftsbericht veröffentlicht, welcher alle Unternehmen, bei welchen die ASEA zu mindestens 90 % beteiligt ist, erfaßt. Bei der andauernden Wirtschaftskrise ist es der Gesellschaft gelungen, den Umsatz des Vorjahres aufrechtzuerhalten, wobei jedoch die Ausfuhr zurückgegangen ist.

Die Zahl der Angestellten ist 7780 (7644 i. V.), wozu noch 1798 (1955) Personen bei schwedischen Tochtergesellschaften hinzukommen. Der Ertrag ist von 4,49 auf 3,93 Mill RM[1] zurückgegangen. Nach Abschreibung von 0,92 (0,92) Mill RM bleibt ein Bruttogewinn von 3,01 (3,57) Mill RM. Hierzu kommen aus der Finanzverwaltung 1,22 (1,14), aus der Grundstücksverwaltung 0,143 (0,18) Mill RM bzw. Abzüge von Zinsen 0,133 (0,166) und Steuern 0,25 (0,70) Mill RM, so daß der Reingewinn 4 (4,02) Mill RM beträgt. Zur Ausschüttung einer unveränderten Dividende von 7 % waren 4,05 Mill RM erforderlich, so daß der Vortrag nach dem neuen Geschäftsjahr entsprechend herabgesetzt wird (von 0,34 auf 0,30 Mill RM).

Von den Tochtergesellschaften gibt die AB Liljeholmens Kabelfabrik wieder 6 % Dividende, dagegen war das Dampfturbinengeschäft nicht befriedigend, so daß STAL nichts ausschütten kann (6 % i. V.). Auch Luth & Rosén Elektriska AB bleibt dividendenlos. Die Betriebsgesellschaft AB Skandinaviska Elektricitetsverk konnte wie im Vorjahre 6 % Dividende zahlen. Die AB Electroinvest beschränkte sich darauf, ihre früher erworbenen Unternehmen neu zu organisieren und zu modernisieren. Auf das verdoppelte Aktienkapital werden 3 % Dividende ausgeschüttet (5 %). Die norwegische Tochtergesellschaft, A/S Per Kure, Norsk Motor og Dynamofabrik zahlt 7 % (5 %) bei einem Reingewinn von 0,14 (0,087) Mill RM. Die englische Tochtergesellschaft arbeitet noch ohne befriedigenden Erfolg. Die Tätigkeit der russischen Tochtergesellschaft wurde der russischen Regierung im Mai 1932 übertragen, u. zw. gegen Erlös von 2,2 Mill RM in Wechseln, welche je hälftig 1932 und 1933 fällig sind, sowie 6,0 Mill USA-Gold-Dollars in Obligationen, welch letztere in den Jahren 1935 ... 48 (evtl. früher) amortisiert werden sollen.

Auf den Inhalt der Festschrift (216 S, 4°) kann hier nicht näher eingegangen werden. Interessant ist der Hinweis darauf, daß die im Herbst 1929 eingeleitete Wirtschaftskrise wie bei der Krise 1907 die Elektrizitätsindustrie verhältnismäßig geschont hat. Die Erklärung kann nur darin gesucht werden, daß die Elektrisierungsarbeit heute wie bei der damaligen Gründerperiode als eine soziale Aufgabe hoher Bedeutung aufgefaßt und auch während einer Depression durchgeführt wurde.

Bei der ersten Generalversammlung 1883 wurde ein dreiköpfiger Aufsichtsrat gewählt. Nach 50 Jahren mit 1000fachem Aktienkapital und Erzeugung ist die Anzahl der Aufsichtsratsmitglieder nur auf das Doppelte gestiegen.

Der erhöhte Umsatz und die Massenherstellung haben z. T. eine Bandfabrikation ermöglicht. Der Maschinenpark wurde dauernd erneuert und moderne Arbeitsverfahren eingeführt. Namentlich hat das elektrische Schweißen im Großmaschinenbau auffallende Ergebnisse gebracht.

In der englischen Tochterfabrik wurde im Jahre 1932 der Gleichrichterbau außer der älteren Herstellung von Transformatoren aufgenommen.

In einem Überblick treten zwei Umstände besonders in Erscheinung, erstens die starke gleichmäßige Ausdehnung des Unternehmens seit der Gründung mit nur einigen kurzen Unterbrechungen und zweitens der Umstand, daß an sich ziemlich gleichartige Erzeugungs- und Organisationsfragen, die wiederholt aufgetreten sind, neue Lösungen je nach den mit der Zeit geänderten Verhältnissen verlangt und auch bekommen haben.

Die Elektroindustrie ist in hohem Maße kapitalfordernd und in dieser Beziehung für den Industrialismus und dessen Herstellungsverfahren typisch. Letztere bezwecken, die menschliche Arbeitskraft freizumachen und sie durch maschinelle Produktionsmittel, welche ihrerseits längere Zeit und viele Verfahren zur Fertigstellung benötigen, zu ersetzen. Die elektrische Maschine verkörpert große Ausgaben vom Sparkapital, d. h. von für die Zukunft erledigter Arbeit, die während langer Zeit dauernd einen mengen- und sachmäßig unveränderlichen Ertrag abwerfen kann. Die Herstellung eines elektrischen Generators stützt sich vom weltwirtschaftlichen Standpunkt aus auf die Voraussetzung, daß ein Sparwille, d. h. Wille und Fähigkeit vorhanden sind, die Arbeiter zu unterhalten, welche dafür sorgen, daß in Zukunft ein erhöhtes Guthaben von elektrischer Energie verfügbar wird. Während einer Hochkonjunktur wird diese Sparfähigkeit leicht überschätzt, und die Grenzen der Kapitalbildung werden überschritten. Bei der Anpassung und Neuorganisation während der darauffolgenden Krise müssen wieder Kräfte in den Dienst des Fortschrittes gestellt werden. Die Entwicklung der ASEA ist ein vorbildliches Beispiel über Planwirtschaft auf lange Sicht.

Die AB Elektrolux berichtet, daß der allgemeine Verbrauch solcher Artikel, welche vom Konzern hergestellt werden, durch die andauernde Krise weiter zurückgegangen ist. Dessen ungeachtet ist es gelungen, im Jahre 1932 nicht nur den Anteil im Weltumsatz, sondern auch den Umsatz gegenüber 1930 und 1931 zu erhöhen. Die Umsatzsteigerung bezieht sich hauptsächlich auf den Vertrieb der kleinen luftgekühlten Kühlschränke. Durch die handelskriegerischen Maßnahmen verschiedener Länder ist eine weitere Dezentralisation in der Herstellung eingetreten. Hierdurch und durch die Zollerhöhungen in denjenigen Ländern, welche noch von der schwedischen Fabrik beliefert werden können, ist der Ertrag aus dem erhöhten Umsatz ungünstig beeinflußt worden. Nach Abzug von Unkosten und Abschreibungen wird ein Reingewinn von 5,42 Mill RM ausgewiesen. Nebst Gewinnvortrag stehen 6,42 Mill RM zur Verfügung. Hiervon werden 0,73 Mill RM für Steuern zurückgestellt, 3,7 Mill RM als 8 % Dividende (wie i. V.) ausgeschüttet und der Rest, 1,99 Mill RM, vorgetragen. *Hldn.*

[1] 1 RM = 1,3 schw. Kr.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 14: Wer fertigt Zeitschalter mit pneumatischer Auslösung, Marke „Columbus", an?

Frage 15: Wer stellt einpolige Hebelschalter, staubdicht gekapselt, für 15 oder 25 A her?

Abschluß des Heftes: 14. Juli 1933.

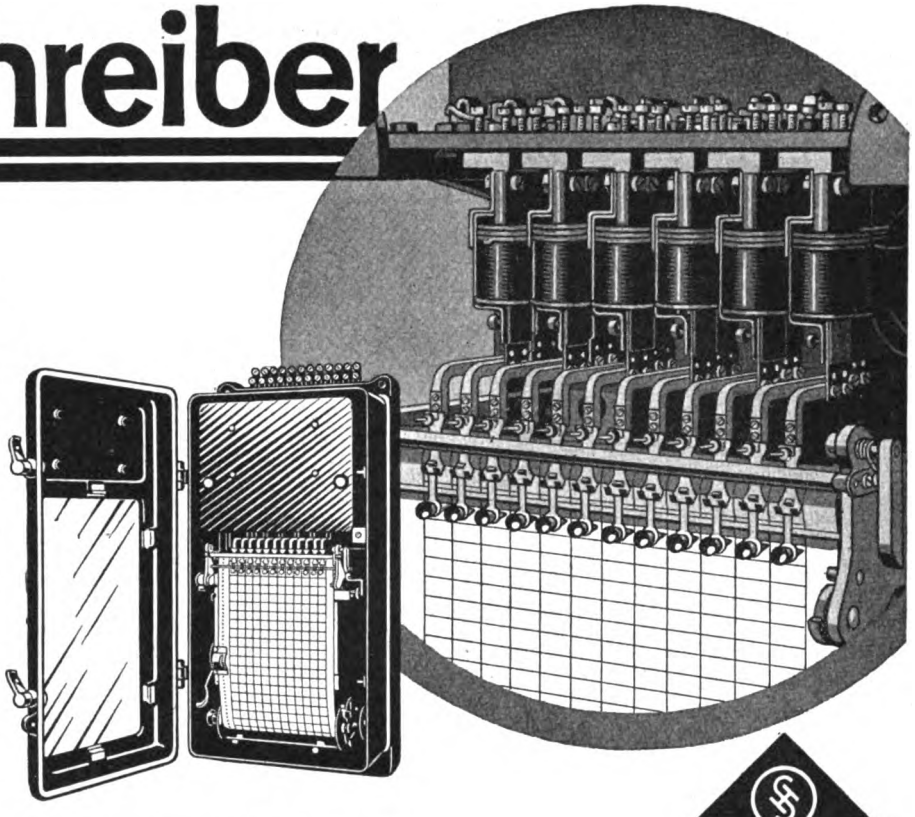
Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Zeitschreiber

dienen zur laufenden Kontrolle von Arbeitsvorgängen. Jede der 12 Schreibfedern zeichnet unabhängig von den anderen einen beliebigen Arbeitsvorgang auf. Der Antrieb der Schreibfedern erfolgt mittels kleiner Elektromagnete, die von Kontakten an den Arbeitsmaschinen betätigt werden.



SIEMENS

SIEMENS & HALSKE AG
Wernerwerk, Berlin-Siemensstadt

MS 067

UNSER LIEFERPROGRAMM:

KABEL STARKSTROM-KABEL mit Papier- und Gummi-Isolation für alle Spannungen u. Verwendungszwecke. SCHWACHSTROM-KABEL / GARNITUREN

DRÄHTE LEITUNGS-DRÄHTE aller Art für Stark- und Schwachstrom

METALLE ROHRE · STANGEN · PROFILE · BLECHE BÄNDER · RONDELLE/WARMPRESSTEILE BLANKE LEITUNGEN: Drähte und Seile

BERGMAHN-ROHR Verbleites Bergmann-Rohr · Bergmann-Stahlpanzer- und Stahlrohr / ZUBEHÖR

GLÜHLAMPEH

B

BERGMANN

ELEKTRICITÄTS-WERKE AKTIENGESELLSCHAFT · BERLIN N 65

Digitized by Google

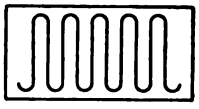
Bemerkenswerter Fortschritt auf dem Gebiete der elektrischen Kochplatten.

Die letzten Jahre haben eine so weitgehende Vervollkommnung der elektrischen Kochplatte gebracht, daß die Vereinigung der Elektrizitätswerke in den Technischen Lieferbedingungen für Elektro-Haushaltherde Leitsätze für die zu fordernden Eigenschaften einer guten Kochplatte niederlegen konnte. Diese Mindestforderungen werden heute von allen guten Normalkochplatten eingehalten, und damit ist die Entwicklung der elektrischen Kochplatte mit normaler Leistung zu einem gewissen Abschluß gekommen.

Um so eifriger sind seither die Bemühungen, Kochplatten mit höherer Leistungsdichte, sogenannte Schnellkochplatten, zu schaffen. Zur üblichen Speisenbereitung im Haushalt reicht die Leistungsfähigkeit der Normalkochplatte zwar vollkommen aus; die etwas längere Ankochzeit, die sie gegenüber Gas infolge ihrer Wärmespeicherung hat, spielt bekanntlich für die gesamte Zubereitungszeit kaum eine Rolle, weil bei den meisten Speisen der weitaus größte Teil dieser Zeitspanne auf das Garen entfällt und damit von der Art der Wärmequelle unabhängig ist. Wohl aber hat die Hausfrau den Wunsch, neben den Normalkochplatten ihres Herdes ein geeignetes Gerät zum ganz schnellen Aufkochen von Getränken, zur fixen Bereitung scharfgebratener Speisen und dergl. zur Verfügung zu haben. Zunächst hat man versucht, dem durch hochbelastete Tauchsieder, Expreßkocher und Schnellbratpfannen gerecht zu werden; doch zeigte es sich bald, daß gegen die zusätzliche Beschaffung derartiger Spezialgeräte eine gewisse Abneigung besteht, zumal man ihrer beim Gasherd ja auch nicht bedarf.

Darum ist es als eine bedeutende Vervollkommnung der elektrischen Küche zu betrachten, daß die SSW in ihrer Drakodyn-Rapid-Kochplatte eine so leistungsfähige Schnellkochplatte geschaffen haben, welche derartige Zusatzgeräte überflüssig macht.

Durch eine besondere, ganz neuartige Konstruktion kann die Drakodyn-Rapid-Platte mit einer Leistungsdichte gebaut werden, die weit über dem bisher Erreichten liegt und bisher nie dagewesene Ankochzeiten gewährleistet. Wie Bild 1 zeigt, ist die Heizwicklung in Mäanderform gewickelt und entsprechend Bild 2 zwischen den Rippen der kräftigen Gußplatte in eine lang erprobte Preßmasse eingebettet. Noch deutlicher zeigt Bild 3 den Aufbau der Drakodyn-Rapid-Platte. Diese Heizleiteranordnung gewährleistet, im Gegensatz zu allen anderen bisher bekannten, daß die gesamte Heizleiteroberfläche unmittelbar metallischen Flächen der Platte gegenübersteht, der Wärmestrom also auf kürzestem Weg durch größten Querschnitt von Heizleiter zu Platte gelangen kann. Es bedarf somit zur Ueberwindung des Wärmewiderstandes zwischen Heizleiter und Platte einer bedeutend geringeren Temperaturdifferenz als bei den bisher bekannten Kochplattenkonstruktionen. Trotz der wesentlich höheren Leistung der Drakodyn-Rapid-Kochplatte beträgt im Leerlauf die Temperatur des Heizdrahtes nur etwa 870° gegenüber 900 bis 950° bei den üblichen Kochplatten normaler Leistung!



1) Heizleiter in Mäanderform

Demzufolge ist bei ihr mindestens die gleiche Lebensdauer gewährleistet wie bei den besten bisher bekannten Konstruktionen.

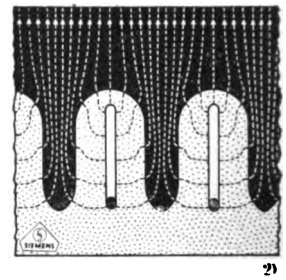
Die Drakodyn-Rapid-Kochplatten werden in folgenden Größen und mit folgenden Leistungen gebaut:

Durchmesser:	Leistung:
14,5 cm	1400 Watt
18 cm	2000 Watt
22 cm	3000 Watt

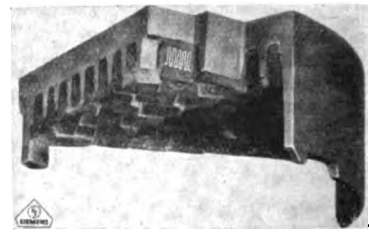
Sie sind in den Stufen 1, ½, ¼ regelbar.

Die Betriebsergebnisse mit diesen Drakodyn-Rapid-Kochplatten im Vergleich zu den Mindestforderungen, die von der VDEW für Normalkochplatten erhoben werden, zeigt die Tabelle.

Danach ist die Ankochzeit der Drakodyn-Rapid-Kochplatte beinahe halb so kurz, wie für die Normalkochplatte gefordert. Außerdem lehrt die Tabelle, daß die Leistungserhöhung bei den neuen SSW-Kochplatten keineswegs den Wirkungsgrad verschlechtert hat; der kWh-Verbrauch liegt durchweg erheblich unter den von der VDEW zugelassenen Werten.



2)



2) und 3) Drakodyn-Rapid-Kochplatte, 3) Wärmefluß und Heizleiteranordnung.

Es ist also gelungen, mit der Drakodyn-Rapid-Kochplatte eine Schnellkochplatte zu schaffen, die allen bisher bekannten Kochplatten gegenüber ein bedeutend schnelleres Arbeiten ermöglicht ohne die sonst mit einer derartigen Leistungssteigerung verbundenen Nachteile. Ihre Anwendung ist durch das oben gekennzeichnete Bedürfnis im Haushalt und ihre Eigenschaften schon bestimmt. Sie soll, als Steckerstiftplatte in den elektrischen Herd eingesetzt, zum schnellen Erhitzen von Flüssigkeiten, zum Aufkochen größerer Flüssigkeitsmengen und zum scharfen Braten dienen. Zweckmäßigerweise wird man für diese Zwecke in einem Haushaltherd eine 14,5 oder 18 cm Drakodyn-Rapid-Kochplatte unterbringen, während für die normalen Kocharbeiten die Normal-Kochplatten der bisherigen Ausführung das gegebene bleiben. Wenn man den elektrischen Herd mit einer Drakodyn-Rapid-Kochplatte versehen hat, ist er ein Universalgerät. Die Beschaffung von Wasserkocher, Tauchsieder, Schnellbratpfanne und dergl. als ausgesprochene Zusatzgeräte zum elektrischen Herd erübrigt sich dann.

Geringere Ankoch-Zeiten und -Stromverbrauch der Drakodyn-Rapidkochplatten gegenüber den Forderungen der VDEW für normale Platten. (Ankochversuch von kalter Platte ausgehend.)

Wassermenge von 20° auf 95° erwärmt	Kochplatten-Durchmesser 14,5 cm				18 cm				22 cm			
	800 Watt		1400 Watt		1200 Watt		2000 Watt		1800 Watt		3000 Watt	
	Norm. Platte nach VDEW		Drakodyn-Rapid-Kochplatte		Norm. Platte nach VDEW		Drakodyn-Rapid-Kochplatte		Norm. Platte nach VDEW		Drakodyn-Rapid-Kochplatte	
Liter	Anheizzeit Min.	Verbrauch kWh	Anheizzeit Min.	Verbrauch kWh	Anheizzeit Min.	Verbrauch kWh	Anheizzeit Min.	Verbrauch kWh	Anheizzeit Min.	Verbrauch kWh	Anheizzeit Min.	Verbrauch kWh
1	15	0,200	7,7	0,180	—	—	6,9	0,230	—	—	—	—
1,25	16,5	0,220	9	0,210	—	—	7,6	0,255	—	—	—	—
2	23,2	0,310	12.5	0,285	17,5	0,350	10	0,330	—	—	8	0,400
2,5	27	0,360	14,8	0,345	20	0,400	11,4	0,380	—	—	9	0,450
3,5	—	—	—	—	25,5	0,510	14,4	0,480	19	0,570	11	0,550
4,5	—	—	—	—	31	0,620	17,8	0,595	22,7	0,680	13	0,650
5,5	—	—	—	—	—	—	—	—	26,4	0,790	15	0,750
7,5	—	—	—	—	—	—	—	—	33,3	1,000	19,2	0,960

Digitized by Google

Ueberspannungsableiter.

Mitteilung der AEG.

Bei dem heutigen Stande der Isolationstechnik bilden Überspannungen, die durch Schaltvorgänge im weiteren Sinne hervorgerufen werden, kaum noch eine ernste Gefahr für die Isolation elektrischer Anlagen. Auch die Gefahren des intermittierenden Erdschlusses können durch Einbau einer Erdschlußspule leicht beseitigt werden.

Der größte Feind elektrischer Anlagen ist der direkte Blitzschlag in die Leitung selbst oder in einen Leitungsmast. Induzierte Überspannungen durch sogenannte indirekte Blitzschläge können nur Nieder- und Mittelspannungsnetze bis etwa 30 kV Betriebspannung gefährden. Trifft nun ein Blitzhauptstrahl oder eine seitliche Nebenentladung ein Leitungsseil, so können entsprechend dem Produkt aus einer Blitzstromstärke von

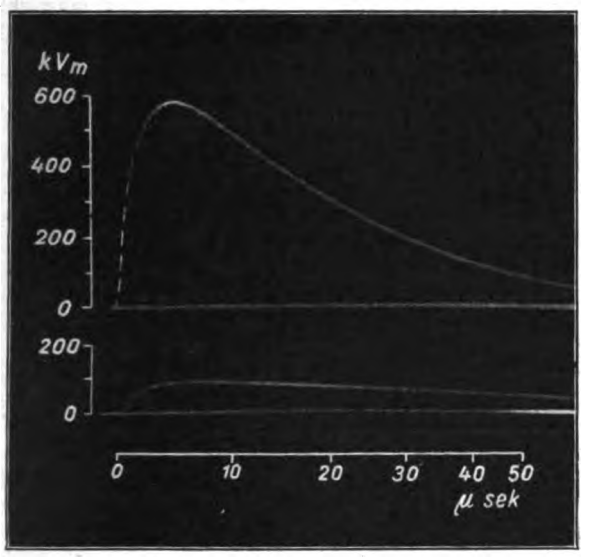


Abb. 1. Spannungsabsenkung in einer 30 kV-Kopfstation. Obere Kurve: Ohne Überspannungsschutz. Untere Kurve: Mit 30 kV-SAW-Ableiter.

mehreren 10 000 A und dem halben Wellenwiderstand Spannungen von vielen Millionen Volt entstehen, die Überschläge im Spannfelde und an benachbarten Masten zur Folge haben.

Beim direkten Blitzeinschlag in einen Mast wird dieser auf eine Spannung gebracht, die sich aus dem Produkt von Blitzstromstärke und Erdungswiderstand errechnet. Durch sorgfältige Erdung, die sich durch ein oder mehrere Erdseile noch verbessern läßt, sind in vielen Fällen die auftretenden Spannungen in ungefährlichen Grenzen zu halten. Überschreitet jedoch diese Spannung die Stoßüberschlagspannung der Freileitungsisolation, so tritt ein sogenannter rückwärtiger Überschlag (vom Mast über Isolator zum Leiter) ein.

Die Überspannungen auf der Leitung pflanzen sich mit Lichtgeschwindigkeit fort, bis sie an einer schwachen Stelle den Weg zur Erde finden oder bis sie ihre Energie durch Verluste auf der Leitung nach und nach abgeben.

Während Überschläge auf der Leitung mit wirtschaftlichen Mitteln wohl verringert, niemals aber ganz beseitigt werden können, ist es notwendig und wirtschaftlich gerechtfertigt, den Überschlag in der Station durch Einbau von Überspannungsableitern zu verhindern zum Schutz wertvoller Apparate und zur Sicherung der Stromlieferung. Der Weg, die Station höher zu isolieren als die Freileitung, ist kostspielig und für bereits bestehende Anlagen nicht gangbar.

Man hat früher den Widerstand des Ableiters möglichst klein zu halten versucht, um eine große Absenkung zu erreichen, war jedoch technisch sehr bald an eine Grenze gelangt, da dem abzuführenden Strome der Überspannung der Netzstrom nachfolgt, dessen Löschung naturgemäß um so schwieriger wird, je kleiner der Ableiterwiderstand ist. Ableiter, die mit Rücksicht auf die Lichtbogenlöschung einen hohen Widerstand haben, sind praktisch so gut wie wertlos.

In dem von der AEG entwickelten SAW-Ableiter[1]) ist nun ein Werkstoff verwendet, dessen Widerstandswert mit steigender Spannung stark abnimmt; die den Widerständen vorgeschaltete, aus einer Säule von Plattenelektroden gebildete Löschfunkenstrecke, spricht praktisch vollkommen verzögerungsfrei an und vermag in Verbindung mit dem erwähnten Stoff, der nach Verschwinden der Überspannung gleichfalls verzögerungsfrei seinen ursprünglichen hohen Widerstandswert wieder angenommen hat, den nachfolgenden Netzstrom innerhalb einer Halbperiode zu löschen.

Das Oszillogramm (Abb. 1) zeigt eine im Laboratorium erzeugte Stoßspannung von 600 kV max., die durch einen 30 kV-SAW-Ableiter auf etwa 90 kV max. abgesenkt wird.

Schutzwertkennlinien[2]) dienen zur Beurteilung des Absenkungsvermögens des in einer Kopf- oder Durchgangsstation eingebauten Ableiters.

Die AEG liefert die SAW-Ableiter bis 100 kV Betriebsspannung in zwei Ausführungsformen: in Porzellangehäuse für Freiluftmontage (Abb. 2) oder in Geaxgehäuse für trokkene Innenräume.

Die Wahl der richtigen Stelle für die Aufstellung des Ableiters ist von den örtlichen Netzverhältnissen abhängig. In erster Linie sind die Kopfstationen gefährdet, da dort die ankommenden Überspannungen auf den doppelten Betrag aufgestaut werden. Zu beachten sind u. a. die Gewitterhäufigkeit und das Verhältnis zwischen der Isolation von Freileitung und Station. Man wird am besten alle Einflüsse an Hand einer Störungstatistik nachprüfen und hiernach Entscheidungen treffen. Hinsichtlich der Schutzwirkung ist der Stationseinführung als Einbaustelle der Vorzug zu geben, da hierbei auch im Falle eines offenen Trenn- oder Leistungsschalters diese Apparate geschützt sind.

Abb. 2. SAWF-Ableiter 30 kV Nennspannung (Freiluftausführung).

Der laufenden Überwachung der SAW-Ableiter dient ein von der AEG entwickelter Ansprechzähler, dessen Zählwerk beim Ansprechen des Ableiters selbsttätig um eine Einheit weitergedreht wird. Das Zählwerk kann auch getrennt vom Apparat auf der Schalttafel angebracht werden.

---

[1]) Ausführliche Beschreibung über Aufbau und Wirkungsweise des Ableiters gibt die AEG-Druckschrift TRO/V 1069. Ferner sei auf AEG-Preisblatt TRO/V 1074 verwiesen.

[2]) s. auch G. Frühauf, Schutzwertbestimmungen von Überspannungsableitern, AEG-Mitteilungen 1932, Heft 10 bzw. AEG-Druckschrift TRO/V 1059.

Digitized by Google

Am 14. Juli 1933, kurz vor Vollendung seines 60. Lebensjahres, verstarb nach langem schwerem Leiden unser Prokurist und Mitarbeiter

Herr Professor

Dr. Hermann Beckmann

Der Verstorbene stand seit mehr als 28 Jahren in den Diensten unserer Gesellschaft und seit mehr als zwei Jahrzehnten leitete er das Literarische Büro. Sein großes Fachwissen und seine hohe Begabung, die ihn weit über die Grenzen unseres Vaterlandes hinaus auf unserem Spezialgebiet bekannt machten, befähigten den Verstorbenen in den verschiedensten Arbeitsgebieten unseres Unternehmens forschend und fördernd zu wirken und uns wertvolle Dienste zu leisten.

Sein liebenswürdiges, gewinnendes Wesen, sein lauterer, zuverlässiger Charakter schufen ihm stets und überall nur Freunde, sodaß sein Verlust von Allen, die ihn persönlich kannten, schmerzlichst empfunden wird. Sein Andenken wird unvergeßlich bleiben.

Direktion und Beamte der Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft

Isolier-preßstoffe

Fachmann

mit gründlicher Erfahrung sowohl in rationeller **Fabrikation** als auch im **Vertrieb** sucht selbst. Position. Angeb. unter **E. 3506** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Elektromonteur

sucht Stellung evtl. auch als Hilfsmonteur.
Weinkauf,
Berlin-Falkensee,
Bochumer Straße 28.
[3500]

Ing. oder Kaufm.

ev., led., mit Kapital, gesucht zur Unterstützung eines älteren Inhabers eines erstkl. Geschäftes mit In- und Auslands-Kundschaft. Patent. Anlagen und Apparate der Elektro-Lüftungs- und Wärmetechnik. Angebote mit Lebenslauf erbet. unter **E. 3503** an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Großes Überlandwerk sucht für bald
jüngeren
Diplom-Ingenieur

Nur Herren mit Erfahrungen in der Projektierung, Veranschlagung und Ausführung von Hoch- und Niederspannungsfreileitungs-Anlagen sowie von Transformatorenstationen, die möglichst auch während ihrer praktischen Arbeitszeit längere Zeit auf diesem Gebiet tätig waren, können berücksichtigt werden.

Bewerbungen mit Angabe von Referenzen, Gehaltsansprüchen und handschriftlichem, kurz gefaßtem Lebenslauf, unter Beifügung eines Lichtbildes erbeten u. **E. 3497** an die Anz.-Abt. der ETZ Berlin W 9

Zu kaufen gesucht:
Gebrauchter, gut erhaltener
Drehstromgenerator

2—2500 kW, n = 3000. 5000 V, 50 Hertz, komplett m. Erregermaschine.

Angebot mit Maschinenzeichnung, Angabe des Fabrikates und Baujahres erbeten unter **E. 3488** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9

Dampfturbinen-Aggregat

6000 Volt, 50 Hz., ca. 1250 kW, möglichst mit Zwischendampfentnahme und Hilfsmaschinen, dazu:

Dampfkessel

zwei, drei oder vier Stück, insgesamt ca. 600 qm Heizfläche, Überhitzer, Speisewasservorwärmer und Zubehör,

zu kaufen gesucht.

Angebote erbeten unt. **E. 3496** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9. — Anschreiben ohne Beschreibung und Preis werden nicht berücksichtigt.

Wir suchen für den Vertrieb unserer Münzkassierer-Typen innerhalb Deutschland und im Ausland **Vertreter** die bei Elektrizitäts- und Gaswerken bestens eingeführt sind und erfolgreiche Tätigkeit nachweisen können. Erwünscht sind Erfahrungen im Zählerfach. Meldungen erbeten an: [3499]

Münzkassierer G. m. b. H.,
Mannheim 2, Schließfach.

Das D R P 504716 betr. **„Beleuchtungseinrichtung für Schiffahrts-Leuchttürme"** soll durch Verkauf oder auf dem Lizenzwege verwertet werden. Angebote an **A. Schultz, Berlin SW 61, Gitschiner Str. 110 I.** [3498]

Ingenieurbüro
(Sachsen)
übernimmt **Vertretung** eingef. Firmen (Elektrobranche). Ausführung techn. Berechnungen. Angeb. unt. **E. 3502** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erb.

Fortsetzung auf Seite 15.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang | Berlin, 27. Juli 1933 | Heft 30

Die Aufgaben des heutigen Transformatorenbaues*.

Von J. Biermanns, Berlin.

Übersicht. Der Aufsatz gibt einen Überblick über die neueren Erkenntnisse und Fortschritte auf dem Gebiete des Transformatorenbaues. Es werden die Vervollkommnungen im Aufbau der magnetischen Kreise und die Gesichtspunkte für die Durchbildung der Wicklungen insbesondere hinsichtlich ihrer Kurzschlußfestigkeit beschrieben. Die Betrachtung neuerer Isolationsanordnungen gibt Anlaß zu einer Auseinandersetzung mit dem Überspannungsproblem des Transformators. Anschließend werden die verschiedenen Kühlungsarten hinsichtlich ihrer Verwendungsgebiete kritisch gegenübergestellt und die wichtigsten Fragen der Ölbehandlung erläutert. Zum Schluß wird die Technik der Spannungsregelung unter Last betrachtet.

1. Allgemeines.

Der Transformator hat heute, soweit man dies überhaupt in der Technik aussprechen darf, einen verhältnismäßig hohen Grad der Vollkommenheit erreicht. Es bestand daher kein dringender Anlaß, sich in der Öffentlichkeit allzusehr mit den Problemen des Transformatorenbaues zu beschäftigen. Wenn ich nun heute aus der von meinen engeren Fachgenossen allseits geübten Reserve heraustrete, so hat dies seinen Grund darin, daß ich glaube, daß z. Z. ein gewisser Abschluß einer stürmisch verlaufenen Entwicklung erreicht ist und daß es das Interesse auch meiner weiteren Fachgenossen erregen wird, einen kurzen Überblick über das Erreichte und über die weiteren Aussichten zu erhalten.

Die Grundlage für die Auslegung der Transformatoren bildet die richtige Verteilung und Ausnutzung der drei Baustoffe Eisen, Kupfer und Isolierstoff. Mit der richtigen Auslegung des Transformators, d. h. mit der richtigen Verteilung und Abwägung der genannten Baustoffe, haben sich schon die verschiedensten Verfasser beschäftigt und ihre Bemühungen haben zur Aufstellung mehr oder weniger gut begründeter Formeln geführt, die den Transformatorenberechner instand setzen sollen, von vornherein den richtigen Entwurf zu treffen. Ich glaube aber nicht, daß von diesen Gleichungen in der Praxis in nennenswertem Umfange Gebrauch gemacht wird. Ich bin immer noch der Meinung, daß die richtige Auslegung eines Transformators eine Kunst ist, bei deren Ausübung nicht nur der Verstand, sondern auch das Gefühl und vor allem die Erfahrung mitzusprechen haben. Wenn wir dies nun zugeben, so bleiben trotzdem noch genügend viele dem trockenen Verstande zugängliche Probleme übrig, die hauptsächlich der richtigen Ausnutzung der Baustoffe des Transformators gelten. Der Idealfall, der dem Konstrukteur vorschweben muß, ist durch gleichmäßige Beanspruchung der Baustoffe gegeben, und in den Abweichungen hiervon stecken die Probleme.

2. Der Eisenkern.

Während sich bei der Stromleitung im Wicklungskupfer die eben erwähnten Schwierigkeiten der ungleichmäßigen Beanspruchung (Stromverdrängung) stets durch richtige Bemessung des Leiterquerschnittes, durch Unterteilung und Verdrillung bewältigen lassen, machen sich die Hemmungen auf dem Gebiete der Bemessung magnetischer Kreise etwas empfindlicher geltend. Die Krümmung der Magnetisierungskennlinie gestattet die Erreichung hoher Induktionen nur unter Inkaufnahme einer nicht unwesentlichen Erhöhung des Leerlaufstromes und einer Verzerrung seiner Kurvenform; auch das Anwachsen der Einschaltströme darf nicht unerwähnt bleiben. Zudem wird bei wachsender Induktion der Anstieg der spezifischen Eisenverluste durch die Gewichtsersparnis nicht ganz aufgewogen. Noch vor wenigen Jahren hielt man sich aus derartigen theoretischen Erwägungen heraus an Sättigungen von 12 000 Gauß gebunden. Der neuzeitliche, bis zu größten Leistungen als vollständige Einheit versandfähige Transformator wäre mit einer solchen Beschränkung undenkbar. Sie ist praktisch längst gefallen, auch theoretisch nicht haltbar. Eine Untersuchung der Oberwellenanteile des Magnetisierungstromes zeigt, daß ihre Absolutwerte ähnlich wie jene der Grundwelle des Leerlaufstromes mit der Sättigung nicht unerheblich anwachsen, daß aber die auf die Grundwelle bezogenen relativen Anteile zwischen 15 000 und 20 000 Gauß durchaus keine steigende Tendenz aufweisen, zum Teil sogar Minima durchlaufen (Abb. 1). Der störende Einfluß der Oberwellen wird darin erblickt, daß sie unter gewissen seltenen Betriebsbedingungen — Speisung des unbelasteten Netzes bei angeschlossenen Transformatoren — durch die Mitwirkung der Netzkapazität resonanzähnliche Verhältnisse vorfinden und in der Netzspannungskurve zum Vorschein kommen. Von einer Gefährdung der Anlagenteile kann dabei in keiner Weise die Rede sein, da es sich in diesen seltenen Fällen um Überhöhungen des Scheitelwertes der Spannung von höchstens etwa 20 % handelt. Störungen der Erdschlußkompensation durch derartige Einflüsse sind selten, die Mittel zu ihrer Beherrschung stehen zur Verfügung. Für die dem Betrage nach weitaus überwiegende dritte Oberwelle hat man längst alle Schwierigkeiten durch Wahl geeigneter Transformatorschaltungen zu vermeiden gelernt, wozu insbesondere die Dreieckschaltung einer Leistungs- oder einer Hilfswicklung bei Kraftwerks- und Netzkupplungs-Transformatoren sowie bei Zusatz- und Spartransformatoren verhilft. Dabei erzielt man auch hinsichtlich der Beeinflussung der Zusatzverluste und der Beseitigung schädlicher magnetischer Wirkungen von schiefer Belastung Vorteile. Bei diesem Stand der Dinge besteht kein Anlaß, selbst bei Großtransformatoren eine Sättigung mit 14 000 Gauß nicht als durchaus zulässig zu betrachten. Eine weitere Steigerung setzt allerdings eine befriedigende Lösung der Oberwellenfrage auch hinsichtlich der 5. und 7. Harmonischen voraus. Natürlich dürfen die hierauf abzielenden

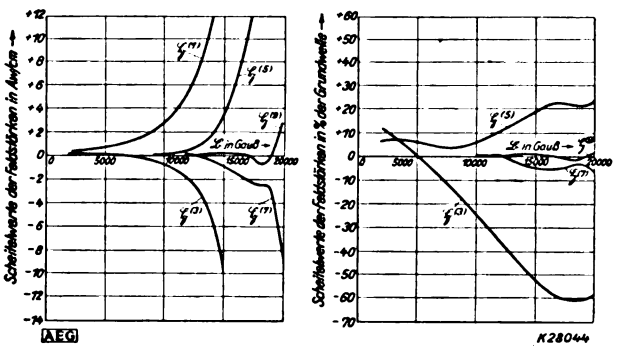


Abb. 1. Oberwellen der magnetisierenden Feldstärken bei einphasiger Erregung.

* Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 31. I. 1933. Eine Besprechung hat nicht stattgefunden.

Digitized by Google

Maßnahmen, über die heute bereits grundsätzliche Klärung erreicht ist, den erreichbaren wirtschaftlichen Vorteil nicht wieder aufheben. Da der Hauptanteil des Magnetisierungstrombedarfes größerer Netze jedenfalls von den zahlreichen Verteilungstransformatoren unter 1000 kVA herrührt, so würden sich besondere Einrichtungen zur Aufhebung nachteiliger Folgen einer Sättigungsteigerung kaum einführen lassen.

Ein anderer Punkt, in welchem die Außerachtlassung der Bedeutung homogener Verteilung magnetischer Beanspruchungen unangenehme Überraschungen bringen kann, ist der der magnetischen Zusatzverluste. Bei genauer Kenntnis ihrer Quellen lassen sie sich auf einen kleinen Prozentsatz der aus der Epstein-Probe berechneten Eisenverluste beschränken. Das Abschalten von Wicklungsteilen bewirkt Unsymmetrien im Strombelag und gestattet ein Eindringen des Streufeldes in Konstruktionsteile oder in den Kessel, dessen Einfluß auf die Zusatzverluste mit befriedigender Genauigkeit rechnerisch erfaßt werden kann. Andere Ursachen, insbesondere Querflüsse aller Art, die z. B. in Bolzenlöchern, in unzureichender Anpassung der Querschnittsformen von Kern und Joch ihren Ursprung haben, ferner wilde Flüsse, die von magnetischen Spannungen von Joch zu Joch herrühren, schließlich noch vagabundierende Streukraftlinien an Stoßstellen und an Eisenteilen in der Nähe des Kerns, melden ihr Vorhandensein unzweideutig durch Zusatzverluste, unter Umständen auch durch örtliche Erwärmungen an. Anderseits können die Jochkonstruktionen großer Transformatoren nicht der Versteifungen durch kräftige Eisenteile entraten, die zur Aufnahme der Kurzschlußkräfte bestimmt sind.

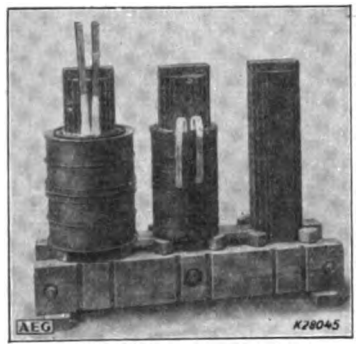


Abb. 2. Einheitstransformator mit bolzenlos aufgebautem Kern.

In der Frage der absoluten Höhe der Eisenverluste ist es besonders wichtig, daß die in DIN 6400 für legierte Transformatorenbleche festgelegten Garantiezahlen durch die neuere Entwicklung als teilweise überholt anzusehen sind. Schon seit einigen Jahren liefern die deutschen Walzwerke Bleche der Qualität IV × 0,35 mit durchschnittlichen Verlustziffern $V_{10} = 1{,}2$ bzw. $V_{15} = 2{,}85$ W/kg, während die Normen hierfür Garantiezahlen von 1,3 bzw. 3,25 W/kg vorsehen. In jüngster Zeit sind weitere Qualitätsverbesserungen erzielt worden. Es sind zu Sonderpreisen Bleche erhältlich, die bei einer Dicke von ebenfalls 0,35 mm Verlustziffern $V_{10} = 1{,}0$ und darunter bzw. $V_{15} = 2{,}45$ W/kg, ja sogar 2,4 W/kg aufweisen. Hierzu kommt eine verbesserte Oberflächenbeschaffenheit, die einen Füllfaktor des rohen Bleches von rd. 91 % ergibt, wobei Spitzenwerte von 94 ··· 95 % erreicht wurden. Besonders für den Export von Transformatoren sind Bleche höchster Qualität eine unerläßliche Bedingung geworden, da in den meisten außerdeutschen Ländern die Verluste, in erster Linie natürlich die Leerlaufverluste, kapitalisiert werden. Aber auch auf dem Inlandmarkt wird häufig so verfahren. Wenn in den letzten Jahren vielfach davon abgegangen wurde, Transformatoren nicht nur nach den Anschaffungskosten, sondern auch nach den Verlusten zu bewerten, so liegt es hier nicht am Fehlen einer wesentlichen Erkenntnis, sondern offenbar an Schwierigkeiten der Kapitalbeschaffung.

Die von der AEG seit jeher bevorzugte Kerntype mit kreisförmigem Eisenquerschnitt hat sich ganz allgemein im Transformatorenbau durchgesetzt. Der Grund hierfür ist in der hohen Kurzschlußfestigkeit zu suchen, die die runde Spule vor der rechteckigen auszeichnet. Daneben spielt auch die leichtere Herstellbarkeit der runden Wicklung und ihrer Isolation eine Rolle. Die konstruktive Aufgabe bei einem Kern mit kreisförmigem Schenkelquerschnitt ist in der möglichst vollkommenen Ausnutzung des Kreisquerschnittes und in der Vermeidung von Querflüssen im Joch zu suchen.

Nachdem das Stanzen der Bleche mit Komplettschnitten aufgegeben worden ist und an dessen Stelle das Schneiden der Bleche auf der Schere getreten ist, macht es keine Schwierigkeiten, durch weitgehende Abstufung der Blechpakete die Ausnutzung des Kernkreises so hoch zu treiben, daß beinahe nur der durch die Bolzenköpfe bzw. Preßplatten bedingte Ausfall übrig bleibt. Bei kleinen und mittleren Transformatoren ist auch dieser durch den bolzenlosen Kern vermieden worden. Der bolzenlose Kern, bei dem die Schenkelbleche durch die Unterspannungsröhrenspule zusammengehalten werden (Abb. 2), ergibt aber nicht nur eine nahezu ideale Ausnutzung des Kernkreises, sondern auch besonders niedrige Eisenverluste und Leerlaufströme, da die durch die Bolzenlöcher hervorgerufenen Kraftlinien-Zusammendrängungen vollständig entfallen. Ein solcher Kern ergibt praktisch die bei der Epstein-Probe der Bleche gemessenen spezifischen Verluste, hat also fast gar keine Zusatzverluste. Die Grenze, bis zu der der bolzenlose Kern sich ausführen läßt, liegt bei mehreren 100 kVA.

Die Jochbleche werden heute vorzugsweise eingeschichtet. Der Hauptvorteil des stumpf gestoßenen Kernes wurde immer in dem leichten Abbau erblickt, der für Reparaturen, insbesondere an Ort und Stelle, erwünscht ist. Seitdem die hohe Betriebsicherheit neuer Transformatoren dieses Interesse zurücktreten läßt, weicht selbst bei den größten Leistungen der stumpf gestoßene Kern mehr und mehr dem verschachtelten Kern. Die Vorzüge des letzteren sind: geringer Leerlaufstrom, geringe Bauhöhe, bessere Kernkreisausnutzung und niedriges inaktives Gewicht.

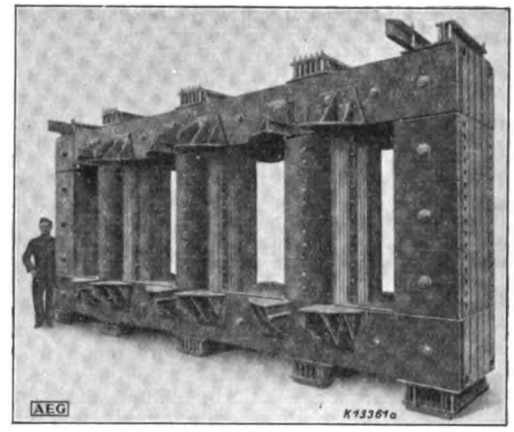


Abb. 3. Fünfschenkliger Kern eines 100 000 kVA-Transformators. Joche stumpf aufgesetzt.

Die fortschreitende Werkstattechnik hat die Schwierigkeit des Einschichtens selbst für die beträchtlichen Jochhöhen von Großtransformatoren zu bewältigen gelernt. Durch die Wahl von Fünfschenkelkernen erzielt man eine Erleichterung, da die Höhe der einzuschichtenden Jochbleche gegenüber dem Dreischenkelkern um etwa 40 % herabgesetzt werden kann. Auch durch die Unterteilung der Jochbleche der Höhe nach sind Vorteile zu erzielen. Dem gleichen Zweck dient die Rahmenkernausführung, die mit einer Zerlegung in mehrere kleinere Kerne arbeitet. Der Vergleich wäre unvollständig ohne den Hinweis auf die Umständlichkeit des Aus- und Einschichtens und auf die Möglichkeit leichter Beschädigungen der Blechisolation, die eine Erhöhung der Leerlaufverluste hervorrufen können. Ebenso muß erwähnt werden, daß stumpfgestoßene Kerne eine sorgfältige Herstellung zur Erzielung genau ebener und paralleler Stoßflächen erfordern. Eine jahrzehntelange Praxis hat bewiesen, daß auch diese Bauart, die gewissermaßen die maschinenbaulich richtige Konstruktion verkörpert, eine Lösung von einwandfreier Vollkommenheit bietet. Maßgebend ist daher nur der Preis, und der spricht für den geschichteten Kern, da Einrichtungen für das Zusammenpressen von Schenkel und Joch in Fortfall kommen und vor allem durch die höhere Querschnittsausnutzung an aktivem Material gespart wird.

Über die zweckmäßigsten relativen Abmessungen von Schenkel und Joch bildet man sich leicht unrichtige Vorstellungen. Sehr eingehende Untersuchungen der AEG haben zu überraschenden Ergebnissen hinsichtlich der Bedeutung der Jochabstufung und der sog. Jochverstärkung geführt.

Digitized by Google

Als Beispiel eines Kernes in Ausführung mit stumpf aufgesetzten Jochen sei der fünfschenkelige Kern eines 100 000 kVA-Transformators gebracht (Abb. 3). Abb. 4 zeigt die Stoßfläche eines Schenkels dieses Transformators, an der außer der Paketunterteilung auch der

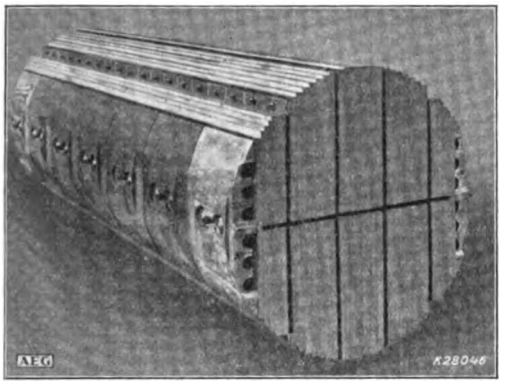


Abb. 4. Schenkel des Eisenkernes vom 100 000 kVA-Transformator nach Abb. 3.

quer zur Lamellierung verlaufende, für die Wärmeabfuhr überwiegend wirksame Kühlschlitz erkennbar ist. Die Pakete werden durch kräftige Stahlgußplatten zusammengehalten, wodurch die Zahl der Preßbolzen auf das kleinste Maß beschränkt wird. Die Zugstangen aus antimagnetischem Stahl, die die Pressung zwischen den Schenkeln und Jochen herbeiführen, sind, wie aus dem Bilde ersichtlich, durch Aussparungen in den Preßplatten geführt.

Eingeschichtete Kerne wurden seitens der AEG für die größten Transformatoren, z. Z. also bis über 100 000 kVA, ausgeführt. Abb. 5 stellt einen Kern dieser Bauart am Beispiel eines 10 000 kVA-Transformators dar. Auch bei dieser Konstruktion sind die Preßbolzen einreihig nur in der Mitte des Schenkels und der Joche angeordnet. Ihre Zahl ist auf ein Minimum beschränkt.

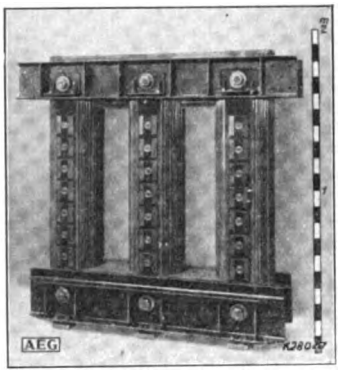
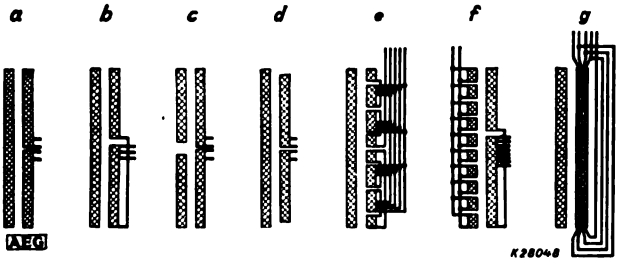


Abb. 5. Kern eines 10 000 kVA-Transformators. Joche eingeschichtet.

3. Der Wicklungsaufbau.

Bei Kerntypen mit runden Schenkeln und kreisförmigen Spulen bietet die konzentrische Wicklung besonders bei hohen Spannungen große technische, insbesondere auch wirtschaftliche Vorteile gegenüber der Scheibenwicklung, weil bei letztgenannter die Isolation sehr schwierig und teuer ist. Begründet ist dies in dem Zwang zur wiederholten Aufwendung des Isolationsmaterials zwischen Hoch- und Niederspannungspulen. Bedenklich ist bei hohen Spannungen auch die Vergrößerung der Zahl der elektrisch beanspruchten Aufbauteile. Bei kleinen Spannungen und hohen Strömen, z. B. bei Lokomotiv- und Ofentransformatoren, bieten Manteltransformatoren, die ja mit Scheibenwicklung ausgeführt werden, den Vorteil bequemer und kurzer Führung aller Ableitungen und leichter Herstellung der Blechspulen. Auch bei Ofentransformatoren mit Sekundärstromstärken von beachtlicher Höhe wird die konzentrische Bauweise heute angewendet. Man ordnet in solchen Fällen die Oberspannungswicklung innen und die aus vielen parallel geschalteten Spulen bestehende Unterspannungswicklung außen an.

Die übliche Wicklungsanordnung ist die einfach konzentrische. Sie ergibt eine ausgezeichnete Ausnutzung des Fensters, eine zweckmäßige Ableitungsführung und eine äußerst einfache Isolation zwischen den Wicklungen und gegen Erde mit Hilfe von Isolationszylindern und Winkelringen. Die Kurzschlußkräfte werden bei dieser Anordnung in der Hauptsache vom Kupfer selbst aufgenommen, da sie im wesentlichen radial gerichtet sind. Nur die durch AW.-Unsymmetrien, gegeben durch ungenaue Montage oder Anzapfungen, hervorgerufenen Axialkomponenten müssen von der Wicklungsabstützung aufgenommen werden. Man hat es in der Hand, diese Axialkomponenten durch genaue Werkstattarbeit und die Anordnung der Anzapfungen so gering zu halten, daß eine absolut kurzschlußfeste Konstruktion entsteht. Eine selbstverständliche Voraussetzung hierfür ist: eine in sich vollkommen starre Wicklung. Runddrahtspulen sollen daher mit einer Paste gewickelt werden, die getrocknet einen Spulenkörper von betonartiger Festigkeit ergibt, die innere Isolation und Kühlung aber nicht vermindert. Bei Spulen aus Rechteckdraht ist diese Vorsichtsmaßnahme nicht erforderlich. Gleiche Gesichtspunkte gelten auch für die Festigkeit der Abstandstücke zwischen den Spulen. Man fertigt sie daher aus Hartpapier oder aus unter hohem Druck vorgepreßtem Preßspan.



a Anzapfungen in Schenkelmitte
b dgl., geeignet für Nullpunktschalter
c Ausgleich durch Lücke des AW.-Belages
d Kräfteausgleich durch überstehende Enden
e Aufteilung der Anzapfungen
f Ausgleich durch Schubwicklung
g Schaltspule

Abb. 6. Anordnungsmöglichkeiten von Spulenanzapfungen.

Die Kurzschlußkräfte sind der Vorausberechnung einwandfrei zugänglich. Der durch die Theorie vermittelte Einblick in ihr Wesen hat auch die Beurteilung der verschiedenen Wicklungsarten entscheidend beeinflußt. Ursprünglich galt der Manteltransformator als besonders kurzschlußsicher, nicht etwa auf Grund magnetischer Eigenschaften, in denen er ja mit einigen Bauarten der Kerntype praktisch identisch ist, sondern weil man die Alternative Mantel- oder Kerntransformator in der Regel mit der Entscheidung für Scheiben- oder Zylinderwicklung für verbunden hielt. Die abwechselnde Verteilung des Strombelages bei der Scheibenwicklung gibt kleinere Streuflußverkettungen und damit mäßige Kräfte, die an großen Abstützflächen aufgenommen werden können. Die Zylinderwicklung ist hinsichtlich der Kurzschlußkräfte bei radialsymmetrischem Aufbau und bei vollständiger axialer Kompensation der Amperewindungsverteilung in sich zunächst absolut kräftefrei. Die Überlegenheit der kreisrunden Spule für die Beherrschung der radialen Kurzschlußkräfte ist heute wohl allgemein anerkannt. Bei der Ausgleichung und Abfangung axialer Kräfte ist man zu weitgehender Berücksichtigung des Betriebes an einer Anzapfung genötigt. Anzapfungen an den Wicklungsenden sind nach Möglichkeit zu vermeiden, man sucht den Kräfteausgleich durch Verlegung der Anzapfungen in die Mitte (Abb. 6 a), allenfalls sogar unter Aufgabe der Übereinstimmung zwischen räumlicher und elektrischer Reihenfolge der Spulen (Abb. 6 b). Auch hier sind die in der Amperewindungsverteilung zulässigen Lücken begrenzt. Man kommt weiter, wenn man, in teilweiser Wiederherstellung der Symmetrie, der halben Lückenbreite eine Stromlücke der anderen Wicklung gegenüberstellt (6 c), wovon insbesondere die englische Praxis Gebrauch macht. Ein Kräfteausgleich ist auch bei vorsichtiger Handhabung durch überstehende Wicklungsenden möglich (6 d). Etwas umständlicher ist die Aufteilung der abzuschaltenden Wicklungsteile auf die axiale Erstreckung der Spule (6 e). Weniger vollkommen ist das mit einem Einfluß der Streuung behaftete Verfahren, den Amperewindungsausgleich einer besonderen Hilfswicklung zu übertragen (Abb. 6 f), die als Schubwicklung selbsttätig die Stromverteilung dem örtlichen Bedarf entsprechend ergänzt. Für eine sehr weitgehende Anzapfung der Wicklungen eignet sich der Grundsatz der Schaltspulen (Abb. 6 g), bei welchen ebenso viele Wicklungsteile, wie Anzapfungen gefordert sind, nach Art einer mehrgängigen Schraube zu einer besonderen Spule ineinander gewickelt und an den Enden durch Schaltverbindun-

Digitized by Google

gen zusammengeschlossen werden. Die herausgeschalteten Wicklungsteile bedecken dann stets die ganze Schenkelhöhe, es entsteht keine Symmetriestörung (Abb. 7).

Die Wicklung der Großtransformatoren wird bei der AEG vor dem Aufbau hydraulisch zusammengepreßt derart, daß der spezifische Druck größer ist als er bei Kurzschluß des Transformators auftreten kann. Nach dem Aufbau werden die Wicklungen mit dem gleichen Druck nachgepreßt und bei Transformatoren mit stumpf aufgesetztem Joch die Jochpreßbolzen entsprechend nachgezogen. Durch die Anwendung von vorgepreßtem Aufbaumaterial und durch die eben erwähnte Vorspannung der Wicklungen wird jede mechanische Wirkung der Kurzschlußkräfte ausgeschlossen. Dadurch ist naturgemäß auch die Entlastung der Wicklung durch besondere den Druck aufnehmende Abstützteile, also die sog. druckfreie Abstützung entbehrlich geworden. Sehr wesentlich wird hingegen die Wahl eines richtigen Abstandes der Abstützstellen am Spulenumfang und einer geeigneten spezifischen Belastung der Preßteile.

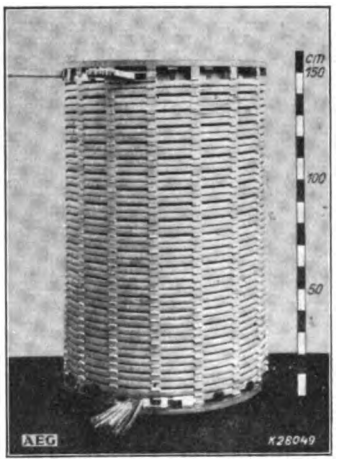


Abb. 7. Schaltspule eines Regeltransformators.

Um die Wicklungen in axialer Richtung zu halten, werden besondere Preßringe vorgesehen, die bei Transformatoren mit eingeschichteten Jochen nachstellbar ausgeführt sind. Bei Kernen mit stumpfem Stoß dient zum Teil die untere Jochfläche als Auflage für die Wicklung. Zu beiden Seiten des Joches sind besondere Spulenflansche angeordnet, die die Jochfläche zu einer Kreisfläche ergänzen. Ein Nachpressen der Wicklungen im Betriebe ist bei Anwendung der beschriebenen Verfahren nicht erforderlich, ebenso sind selbsttätige Nachstellvorrichtungen entbehrlich.

4. Das Isolationsproblem.

Den Beanspruchungen von Kupfer und Eisen treten die des Isolierstoffes und die Einflüsse des elektrischen Feldes als wesentliche Bestimmungstücke des Transformatorenbaues zur Seite. Auf diesem Gebiete werden an den Transformator die schärfsten Forderungen gestellt, man verlangt von ihm volle Gewitterfestigkeit und setzt als Maßstab seine eigene Außenisolation fest, die man ihrerseits wieder der Apparateisolation der betreffenden Spannungsreihe angleicht. Obgleich Vorschriften in diesem

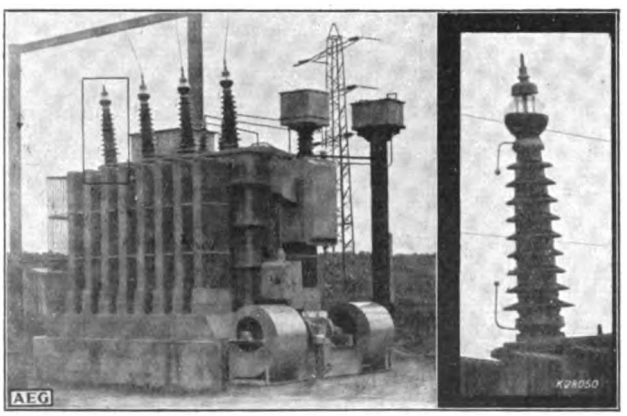


Abb. 8. Transformator, 25 000 kVA, 110/47 ··· 41 kV mit Sicherheitsfunkenstrecke.

Punkte nicht bestehen, muß man es als eine billige Forderung betrachten, daß der Konstrukteur einen Überschuß der inneren Festigkeit eines Transformators über die seiner Außenisolation anzustreben hat. Da man naturgemäß Transformatoren für Aufstellung in Innenräumen und im Freien grundsätzlich gleich durchbilden will, kann man in Anbetracht der bei der Freiluftausführung höheren Isolation der Durchführungen nur dann einen verminderten Überschuß der inneren Festigkeit erreichen, wenn man durch eine Funkenstrecken-Überbrückung eine Abgleichung der Außenisolation vornimmt (Abb. 8). Man nutzt hierbei den Umstand aus, daß die Luftfunkenstrecke bei Einhaltung der Innenraum-Schlagweite auch unter Regen den fünfzigperiodigen Prüfvorschriften des VDE entspricht, während das keramische Material entsprechend höher gebaut werden muß.

Die theoretischen Grundlagen über die Art der aufzunehmenden äußeren Beanspruchungen und die von ihnen ausgelösten Vorgänge im Innern der Wicklung sind weitgehend geklärt. Auch hier muß vor Übertreibung gewarnt werden. In keinem Lande ist man heute so weit, Transformatoren auf ihre Festigkeit gegen Stoßbeanspruchungen Stück für Stück prüfen zu können. Auch die in Amerika vorgeschlagene Impulsbeanspruchung beim Scheitelwert der Betriebspannung sichert eine Aufdeckung entstandener Schäden nur in der Hauptisolation zwischen Klemmen bzw. Wicklung und Erde, liefert aber möglicherweise keinen Anhaltspunkt über etwa entstandene Durchschläge der gegenseitigen Isolation der Wicklungsteile. Überhaupt sind in dieser Frage viel zu viele willkürliche Bestimmungen auf Grund unzulänglicher Vorstellungen ersonnen worden. Man hat der Windungsisolation auf Grund der Vorstellung eines leitungsmäßigen Vordringens einer Sprungwelle in einer Wicklung eine Bedeutung beigemessen, die ihr bestimmt nicht zukommt. Die Einsicht, die aus dem Stand unserer Kenntnisse zu schöpfen ist, geht dahin, daß zwischen den räumlich benachbarten, elektrisch entfernten Enden der einzelnen Spulen gefährliche Beanspruchungen auftreten können, welche nahe dem Eingang am höchsten sind und nur durch eine sorgfältige gegenseitige Isolation der Spulen zu beherrschen sind. Ähnliche Verhältnisse liegen bei mehrlagigen Runddrahtspulen zwischen Lage und Lage vor. Beispielsweise entfällt auf die erste Doppelspule eines Transformators ein Betrag in der Größenordnung von etwa 40 % der Sprungspannung, welcher durch die gegenseitige Isolation der beiden Einzelspulen aufzunehmen ist. Natürlich wirkt hier eine gute Windungsisolation erfolgreich mit, aber der Aufwand erfolgt in gewissem Sinne am verkehrten Platze. Sorgfältig durchgeführte Messungen haben für Spulen von mäßiger radialer Erstreckung bestätigt, daß man innerhalb einer Spule nicht mehr mit wesentlichen Unterschieden des Spannungsgradienten zu rechnen hat. Eine übergangslose Anwendung verstärkter Eingangswindungen ist sogar durch die sprunghafte Änderung der Kapazitätskonstanten unvorteilhaft und verschiebt die Beanspruchung nach den ersten schwächer isolierten Windungen. Sprungwellen-Schutzringe in Ausführung als gut isolierte statische Endplatten vergleichmäßigen die Beanspruchungen ganz wesentlich. Da sie überdies durch besonders gute Isolation eine leichte Beherrschung der Randfelder gestatten und für die mechanische Abstützung der Wicklung gute Dienste leisten, ist ihre Verwendung an beiden Schenkelenden von Vorteil.

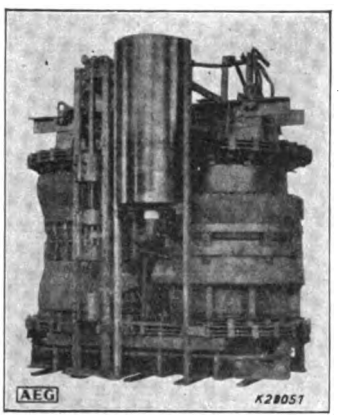


Abb. 9. Geschildeter Transformator der General Electric Company, 29 000 kVA, 220 kV, Hochvoltseite.

Die Hauptisolation, mit welchem Ausdruck die Isolation der Wicklungen verschiedener Spannung untereinander und gegen Gestell bezeichnet werden möge, ist gegen elektrische Stoßbeanspruchungen auf feste Schutzwehre angewiesen, die als Zylinder die Ölstrecken unterteilen, als Winkelringe die Kriechstrecken ausreichend verlängern und gleichzeitig den Durchbruch erschweren. Die Einführung der Winkelringe war denn auch ein außerordentlicher Fortschritt im Bau großer Transformatoren für hohe Spannungen, der nicht nur einer Erhöhung der Festigkeit zugute kam, sondern auch eine erhebliche Verkleinerung der Abmessungen brachte. Die Hauptisolation wird von der deutschen Praxis in durch-

Digitized by Google

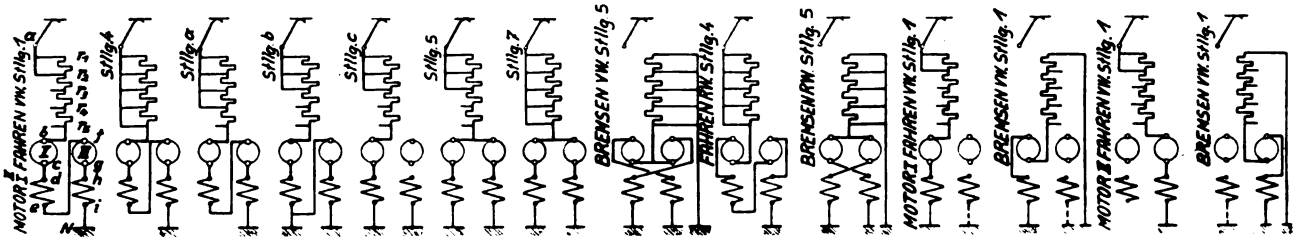
gehend gleichmäßiger Stärke ausgebildet; auch die Außenisolation des Nullpunktes wird nicht schwächer als die der Phasenklemmen gewählt, zumal bei bestimmten Formen der Wanderwellenbeanspruchung gerade am Nullpunkt die höchste Spannung gegen Erde auftritt. Bei fester Erdung des Sternpunktes der Wicklung liegt eine Stufung der Hauptisolation nahe. Die Zulässigkeit einer solchen Maßnahme setzt voraus, daß die Spannungsbeanspruchung im Transformator an den Wicklungsteilen nahe dem Nullpunkt auch nicht vorübergehend mit der Beanspruchung nahe der Klemme vergleichbar wird. Leider ist gerade dies bei sämtlichen Erdungsverfahren der Fall, und deshalb scheint die Schlußfolgerung berechtigt, daß die Anwendung der gestuften Isolation im Gebiete höchster Spannungen an die Verwendung eines besonderen Aufbaues gebunden ist, der als geschildeter oder schwingungsfreier Transformator bekannt geworden ist (Abb. 9). Die konstruktive Erschwerung, die dieser erfolgreichen Ausführungsform beim dreiphasigen Kern entgegensteht, macht es verständlich, daß unsere Bauart z. Z. auf die Anwendung von Schilden verzichtet, um so mehr, als auch die die Schilde bedingende gestufte Isolation nicht zur Verwendung gelangt. Unsere Praxis hat ja den Betrieb mit freiem Netznullpunkt zur Normalform erhoben. Von Sonderausführungen, wie geerdeten Spannungswandlern für höchste Spannungen, abgesehen, verzichten wir daher auch auf die Zuführung der Spannung in der Mitte der Wicklung und auf den ihr innewohnenden Vorteil einer Entlastung der Stelle höchster Feldbeanspruchung von Randwirkungen; wir tauschen dafür eine Verringerung der axialen Beanspruchung längs eines Schenkels ein. Der homogenen Feldgestaltung kommen ferner Wicklungsausführungen ohne Lötstellen außerordentlich zugute. Man läuft bei Wicklungen, die aus getrennten Einzelspulen zusammengesetzt werden, im Gegensatz zur sog. gestürzten Wicklung Gefahr, daß sich schon bei der Isolationsprobe die Verbindungsstellen auf dem nächstgelegenen Zylinder markieren.

(Schluß folgt.)

Schaltplan für Straßenbahn-Nockenschalter.

Die Schalterhöhen sind gewöhnlich so bemessen, daß in jeder Beziehung der geringste Raumbedarf für Schaltelemente und Kontaktfinger angestrebt werden muß. Die Schalttechnik ist mit ein wesentliches Hilfsmittel des Konstrukteurs, um dieses Ziel zu erreichen.

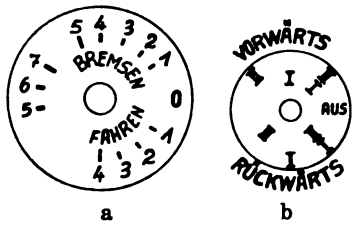
Mit nachstehendem Verfahren ist es möglich, die geringste Anzahl Schaltelemente und Kontaktfinger zu ermitteln und damit eine gegebene Schaltung herzustellen. Die wechselnden Verbindungen für die Widerstandsstufen sind so übersichtlich, daß sie ohne weiteres am Schlusse in den fertigen Plan Abb. 8 einzutragen sind. Dadurch wird das Verfahren vereinfacht, denn bei den Stellungen Fahren-*1* ··· *a* und *5* ··· *7* und Bremsen Stellung *1* ··· *5* erfolgt sonst kein Wechseln von Verbindungen. Diese Stellungen können deshalb in den Tafeln Abb. 3 und 4 zusammengefaßt werden.



$r_1 \cdots r_8$ Klemmen der Widerstandstufen *b, c, f, g* Motorklemmen *d, e, h, i* Feldklemmen

Abb. 1. Schaltungen für die einzelnen Schalterstellungen.

Für eine in Abb. 1 in den Grundlinien dargestellte 2-Motoren-Schaltung ist der Schaltplan aufzustellen. Der Schalter soll zwei Walzen erhalten: eine Fahr- und Bremswalze, die auch als Hauptwalze (H.-Walze) bezeichnet wird, und eine Umschaltwalze (U.-Walze). Beide Walzen sind mechanisch so miteinander verriegelt, daß die U.-Walze nur dann geschaltet werden kann, wenn die H.-Walze ausgeschaltet ist. Dadurch wird nur mit der letzteren Leistung geschaltet. Die abzuschaltende Leistung ist verhältnismäßig hoch; außerdem hat das Abschalten in sehr kurzer Zeit zu erfolgen. Diese Bedingungen erfüllen Schütze mit Blasung. Kontaktfinger sind dafür unbrauchbar und können in diesem Falle nur für die U.-Walze verwendet werden. Die H.-Walze wird zum Betätigen der Schütze als Nockenwalze ausgeführt. Bei den Stellungen *I* bzw. *II* der U.-Walze ist die H.-Walze so verriegelt, daß sie nur bis Stellung *4*, der letzten Serie-Stellung, drehbar ist. Die Stellungen *a*, *b*, *c* sind Übergangstellungen zwischen Serie- und Parallelschaltung der Motoren und werden auf der Skalenscheibe Abb. 2 a nicht markiert.



a b

Abb. 2. Skalenscheiben für die Hauptwalzen (a) und für die Umschaltwalzen (b).

Vorstehende Angaben, vor allem über die Verriegelungen der Walzen, beeinflussen den Schaltplan wesentlich und sind genau zu beachten.

Nach den Schaltbedingungen Abb. 1 wird ein Verzeichnis sämtlicher wechselnder Verbindungen angefertigt.

Das Umschalten auf Rückwärts — Fahren — Bremsen erfolgt mit der U.-Walze. Die Stromrichtung in den Ankern wird dabei umgekehrt. Diese Bedingung ist später leicht in Abb. 6 bzw. Abb. 9 zu erfüllen. Deshalb enthält Abb. 3 nur die Verbindungen für Vorwärts.

Stellung der Umschaltw.	Stellung der Hauptwalze	Verbindungen.														
VORWÄRTS	II	FAHREN	Bl. 1	ar_1	rb	cd		gh	eN	nf						
			c	ar_1	rb	cd			eN							
	I		b	ar_1	rb	cd	ef	gh	eN							
			4/5	ar_1	rb	cd	ef	gh								
		BR.	4/5								eN	nN	nc	ng	bh	df
	I	F.	4/5	ar_1	rb	cd			eN							
		BR.	4/5								eN	nN	nc			bd
	II	F.	4/5	ar_1				gh		nf						
		BR.	4/5								eN	nN		ng		fh

Abb. 3. Tafel der Verbindungen nach Abb. 1.

Die Tafel Abb. 4 ··· 6 ist aus Abb. 3 nach folgenden Gesetzen abzuleiten:

1. Verbindungen, die zum Fahren und Bremsen bei allen Stellungen der U.-Walze bestehen müssen oder bestehen dürfen, werden fest verlegt, z. B. Verbindung iN.

2. Verbindungen, die zum Fahren oder Bremsen bei allen Stellungen der U.-Walze bestehen müssen oder bestehen dürfen, werden nur über die H.-Walze geführt, z. B. Verbindung ar_1.

Digitized by Google

3. Verbindungen auf der U.-Walze bestehen beim Fahren und Bremsen ohne Rücksicht auf die Stellung der H.-Walze.

4. Bei Vorwärts- oder Rückwärts-Betrieb dürfen keine Elemente Motorklemmen erhalten, z. B. $r_5\,6$, nicht $r_5\,f$.

In der Tabelle Abb. 4 erhält jeder Kontaktfinger der U.-Walze eine Spalte. Gleiche Markierungen bedeuten, daß diese Finger für die entsprechenden Motoren verbunden werden müssen. Diese Darstellung ist dem Werke von Edler entnommen[1]. Sollen auch für die H.-Walze Kontaktfinger verwendet werden, so könnte dafür dieselbe Darstellung Verwendung finden.

Aus Abb. 4 erhält man sofort die Walzenabwicklungen Abb. 5 und 6. Dieselben sind auszuwerten. Abb. 7 stellt die Auswertungen dar. Die Schaltelemente der Widerstandstufen werden gleich mit eingetragen. Abb. 5 und 6 sind noch keine endgültigen Anordnungen, da der Schaltplan auch wesentlich von der Konstruktion beeinflußt wird.

Auf der U.-Walze sollen die Verbindungen so kurz wie möglich sein. Die Kontaktfinger werden deshalb umgestellt, und man erhält Abb. 8 und 9. Oft ist es auch vorteilhaft, Kontaktfinger doppelt anzuordnen, damit die U.-Walze nicht zu kompliziert wird.

Die Verbindungen zwischen Schaltelementen sollen auch so kurz wie möglich sein; außerdem soll der Spannungsunterschied zwischen benachbarten Elementen so gering wie möglich sein. Um die letztere Forderung zu erfüllen, sind die Elemente so im Schalter anzuordnen, wie sie in Abb. 7 vom Strome durchflossen werden. Das Schaltelement mit Oberleitungsanschluß (Element Nr. 5) liegt zwischen den Elementen der Widerstandstufen. Es wird so vor Überschlägen geschützt. Abb. 8 ist die endgültige Abwicklung der Nokkenwalze.

Der Verfasser wandte vorstehendes Verfahren mit bestem Erfolge oft an. Es läßt sich für die verschiedensten Schaltbedingungen, die mit mehreren Walzen hergestellt werden sollen, benutzen.

Martin Gelbhaar, Dresden.

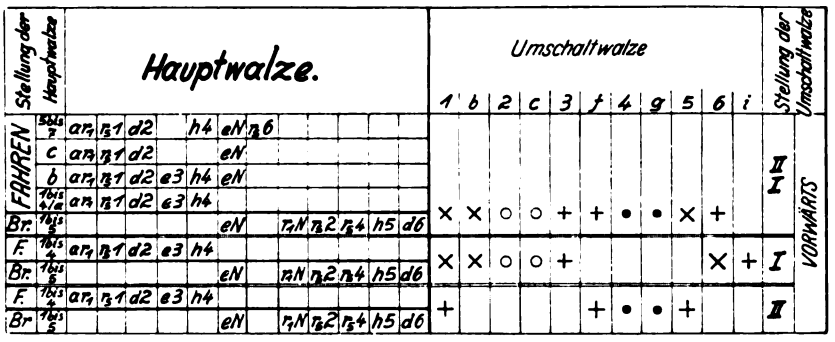


Abb. 4. Tafel der wechselnden Verbindungen für die Haupt- und Umschaltwalze.

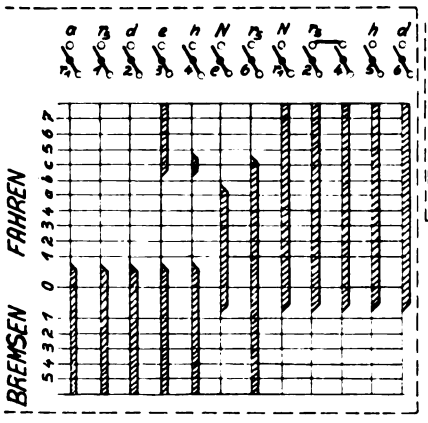


Abb. 5. Vorläufige Walzenabwicklung der Hauptwalze.

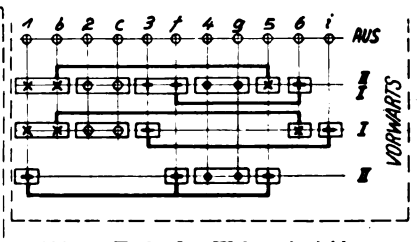


Abb. 6. Vorläufige Walzenabwicklung der Umschaltwalze.

Zu Abb. 7:

—o— Schaltelement geschlossen, aber ganz oder annähernd stromfrei

—•— Schaltelement geschlossen und stromführend

—|— Schaltelement geöffnet

Schaltelemente und Kontaktfinger sind nach Abb. 5 und 6 eingezeichnet.

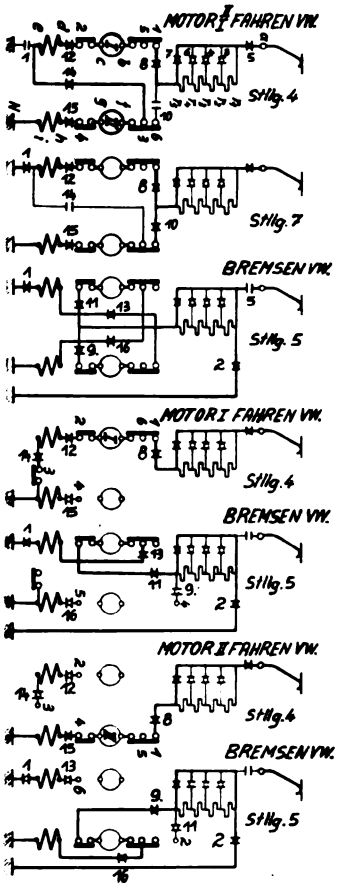


Abb. 7. Schaltungen für die einzelnen Schalterstellungen.

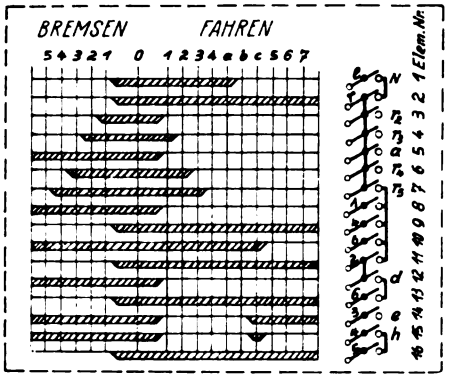


Abb. 8. Walzenabwicklung der Hauptwalze (Reihenfolge der Elemente nach Abb. 7).

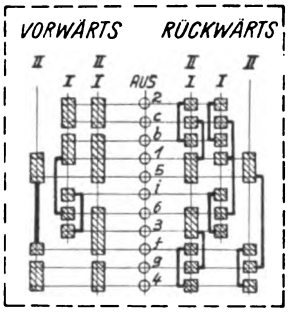


Abb. 9. Walzenabwicklung der Umschaltwalze. (Um einfache Walzenkörper zu erhalten, ergibt sich die endgültige Walzenabwicklung aus der Walzenkonstruktion.)

[1] R. Edler, Schalterbau Bd. 2. Schaltlehre

Digitized by Google

Zeitgemäße Elektrizitätswirtschafts-Aufgaben.

Von Dr.-Ing. **Martin Rohrlach**, Berlin.

Übersicht. Die heutige Zeitenwende zwingt auch die öffentliche deutsche Elektrizitätswirtschaft zur Neuordnung.

Die jetzige Elektrizitätsversorgung stützt sich auf einzelne für sich bestehende Großwirtschaftsunternehmen, deren Leistungsfähigkeit, soweit sie die Stromerzeugung betrifft, den auftretenden Bedarf weit übersteigt. Auf 3,54 Mill kW beläuft sich heute die gänzlich unbenötigte Elektrizitätserzeugungsleistung der öffentlichen deutschen Betriebe.

Ursache für diese übermäßige Ausbauleistung der Kraftwerke ist die frühere wenig planmäßige Fortentwicklung der deutschen Elektrizitätswirtschaft. Der Zusammenschluß zu einer geregelten Elektrizitätsverbundwirtschaft dürfte am besten dem Neuaufbau der gesamten Elektrizitätswirtschaft dienen. Dabei ist eine umfassende straffe Wirtschaftsführung vonnöten, die nach den bisherigen vergeblichen Versuchen einer freiwilligen Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Wirtschaftsgliedern nur noch unter staatlicher Aufsicht im Rahmen eines sorgfältig angelegten Elektrizitätswirtschaftsplanes möglich erscheint.

Die gegenwärtige Geistesumstellung drängt auch die Wirtschaft auf neue zukunftweisende Bahnen. Die öffentliche Elektrizitätswirtschaft nimmt eine wichtige Schlüsselstellung innerhalb dieser Allgemeinwirtschaft ein, sie ist daher besonders berufen, mitzuhelfen, um die tiefgreifenden Folgen einer jahrelangen schweren wirtschaftlichen Erschütterung zu überwinden und die sich auf neuen Wegen allmählich anbahnende Gesundung tatkräftig zu fördern.

Bei der Elektrizitätswirtschaft haben im Zuge der letztjährigen Erörterungen über die Strompreisbildung hauptsächlich Fragen um den Wirtschaftsausbau im Vordergrund gestanden. Dabei wurde wohl ziemlich allgemein anerkannt, daß die Aufgabe der neuzeitlichen Energieversorgung nur in der Großwirtschaftsform für die Gesamtheit befriedigend zu lösen ist. Doch meldeten sich bereits Stimmen, daß der übermäßige Ausbau der Großkraftwirtschaft und die unnötige Ausdehnung der Großversorgungsnetze der Elektrizitätswirtschaft unverhältnismäßig große geldliche Lasten auferlegt habe und ihr damit eine freiere Bewegung bei der allgemeinen Bewirtschaftung unterbände, während demgegenüber der letzte Geschäftsbericht der A. G. für deutsche Elektrizitätswirtschaft[1] nochmals ausdrücklich die Richtigkeit der bisherigen Wirtschaftsentwicklung unterstrich.

Es kann aber keinem Zweifel mehr unterliegen, daß mit den heute allgemein gewandelten Wirtschaftsanschauungen auch die Elektrizitätswirtschaft auf eine neue Entwicklungsstufe geführt werden muß. Es kann nicht mehr um den weiteren Wirtschaftsausbau gehen, weil die vorhandenen Energiequellen und die Versorgungsleitungen sicher genügen und weil sie bei der jetzigen, durch den starken Absatzrückgang bedingten ganz ungenügenden Ausnutzung auch noch für den erwarteten Wiederanstieg des Strombedarfes erhebliche Zeit ausreichen dürften[2]. Vielmehr gilt es nunmehr, die schon vorhandenen, aber vielfach zersplitterten Kräfte in der deutschen Elektrizitätswirtschaft nach einem großzügigen Wirtschaftsplan zusammenzufassen und damit zur einheitlichen und erfolgversprechendsten Wirkung zu bringen. Einigen wichtigen Gedanken über Elektrizitätswirtschaftsausbau und -führung gelten die folgenden Betrachtungen.

I. Heutige Leistungsfähigkeit der Stromerzeugungsanlagen.

Um den heutigen Zustand der deutschen Elektrizitätsversorgungswirtschaft in einem maßgebenden Punkte zu erfassen, sei auf die Erzeugungsmöglichkeit der bestehenden Elektrizitätswerke hingewiesen. Die Statistik der VdEW. bringt alljährlich Angaben über die Leistungsfähigkeit und Leistungsbenutzung der ihr nahezu vollzählig angehörenden öffentlichen Werke.

Schraeder[3] hat nun bereits nach diesen Unterlagen für das Jahr 1929 eine aufschlußreiche Berechnung darüber angestellt, wie sich die Leistungsfähigkeit der ausgebauten Stromerzeugungsanlagen zu der gleichzeitig in betriebseigenen Werken während ¼ oder ½ h aufgetretenen Höchstleistung verhält (Reservefaktor), er erhielt bei den in der Statistik aufgeführten Werken für die Gruppen

I und II einen Reservefaktor von 1,65,
III bis V „ „ „ 1,56 und
für alle 5 Gruppen zusammengenommen
einen Reservefaktor von 1,64.

Genau die gleiche Berechnung hat der Verfasser für das Jahr 1931 wiederholt; dabei ergab sich ein Reservefaktor

für	Gruppe	I	von	2,17
„	„	II	„	2,27
„	„	III	„	2,22
„	„	IV	„	1,91
„	„	V	„	1,8

und für alle 5 Gruppen zusammengenommen von 2,18.

Bei den so ermittelten Werten mußten auch einige Schätzungen mit herangezogen werden, weil beispielsweise unter den großen Werken in Gruppe I ein so wichtiges Unternehmen wie das RWE die betreffenden Leistungsangaben in der Statistik nicht völlig beantwortet hat. Außerdem ist fraglich, ob alle Werke, auch solche, die seit längerem gänzlich stillgesetzt sind, für die Statistik ihre volle Leistungsfähigkeit angemeldet haben und ob anderseits bei sämtlichen Werken die aufgegebene Leistung im Bedarfsfalle auch heute noch wirklich zur Verfügung gestellt werden kann. Immerhin dürfte mit einem annähernd richtigen Gesamtergebnis zu rechnen sein.

Um schließlich die Zahlenwerte bis auf den heutigen Stand zu vervollständigen, wurde für das Jahr 1932 angenommen, daß bei dem Rückgang der Stromerzeugung der öffentlichen Werke (Berechnung des Statistischen Reichsamtes für 122 Werke) im Jahre 1932 gegenüber 1931 um 9 % die Jahreshöchstleistung sich ebenfalls vermindert hat. Da aber die Stromerzeugung zum Jahresende 1932 ihren monatlichen Rückgang gegen das Vorjahr allmählich fast wieder aufgeholt hat und die maßgebliche Jahreshöchstleistung in den allermeisten Fällen in diesen letzten Monaten aufgetreten sein dürfte, soll nur mit einer Verminderung der Jahreshöchstleistung um etwa 5 % gegen das Vorjahr, und zwar für alle 5 Gruppen der Statistik, gerechnet werden. Das ergibt einen Reservefaktor für das Jahr 1932 von 2,3.

Zieht man von dieser überschüssigen Leistungsfähigkeit noch den Betrag ab, der als Reserveleistung für die Kraftwerke unumgänglich benötigt wird und mit 30 % als gut angemessen gelten kann, so verbleibt eine Restleistung von 100 %, immer bezogen auf die tatsächlich aufgetretene Jahreshöchstleistung, die heute in der deutschen Elektrizitätswirtschaft brach liegt. Die Gesamtleistungsfähigkeit der deutschen öffentlichen Elektrizitätswerke betrug 1931 nach der VdEW.-Statistik[4] 8,44 Mill kW und dürfte inzwischen kaum wesentlich zu- oder abgenommen haben. Daher errechnet sich der jetzt unbenutzte Leistungsanteil der Erzeugungsanlagen zu insgesamt 3,54 Mill kW.

Welches Kapital damit ohne Ertrag festgelegt ist, läßt sich kaum annähernd bestimmen. Es genügt, in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, daß die Elektrizitätswirtschaft eine stark kapitalbindende ist, die nur alle drei bis vier Jahre einmal das angelegte Kapital umzusetzen gestattet. Die Anlagenbemessung in der Elektrizitätswirtschaft erfordert also mit Rücksicht darauf an und für sich schon alleräußerste Vorsicht.

Die voraufgegangene Berechnung setzte voraus, daß die angegebene Leistungsfähigkeit auch in sämtlichen Teilanlagen der verschiedenen Erzeugungswerke gegeben ist. Die Leistungsfähigkeit der Übertragungsanlagen zwischen den Erzeugungs- und Verteilstellen geht in Deutschland vielfach noch weit über die der Werke hinaus. Die Sicherheitsfrage für die Stromversorgung spielt bei diesen Leitungen eine ungleich größere Rolle, so daß man das etwaige Übermaß an Übertragungsmöglichkeit über den notwendigen Bedarf hinaus nicht ohne weiteres und in vol-

[1] Geschäftsbericht der Aktiengesellschaft für deutsche Elektrizitätswirtschaft, Geschäftsjahr 1931.
[2] H. Witte, Die Konzentration in der deutschen Elektrizitätswirtschaft. Verlag Julius Springer, Berlin.
[3] ETZ 1931, S. 1294.
[4] Elektr.-Wirtsch. Bd. 32, S. 65 (1933).

Digitized by Google

lem Umfange als ungenutzte Ausbauleistung bewerten kann.

Die Beschränkung dieser Untersuchung auf die Erzeugungsanlagen allein dürfte also einer vorsichtigen Gesamtbeurteilung nur dienlich sein, aber auch für die gewünschten Folgerungen genügen.

II. Größe der benötigten Erzeugungs- und Reserveleistung in den Elektrizitätswerken und Ursache der heutigen Überbemessung.

Die Größe der in den Kraftwerken bereitzustellenden Erzeugungsleistung richtet sich bekanntlich nach der zu erwartenden Bedarfshöchstleistung zuzüglich einer ausreichenden Reserveleistung, deren Bemessung mit Rücksicht auf die damit verbundene Kapitalfestlegung eine ausschlaggebende Bedeutung zukommt.

Es ginge aber über den Rahmen dieser Untersuchung hinaus, die für die Reservebestimmung maßgeblichen Gesichtspunkte im einzelnen aufzuführen. Daher mag der Hinweis genügen, daß im allgemeinen eine Reservehaltung in Elektrizitätswerken mit dem schon genannten, durchaus günstigen Betrage von 30 % der Jahresspitzenlast allen billigen Anforderungen gerecht werden muß. Gleichartige Angaben verzeichnet auch das Fachschrifttum, so von Rehmer[5] und Witte[5a], von diesem sogar mit dem außerordentlich niedrigen und sicher unzureichenden Wert von nur 15 %. Daß die Wirklichkeit diesen Anschauungen wenig entspricht, beweisen schon die oben nach Schraeder angegebenen Zahlen aus einem kräftig aufstrebenden Wirtschaftszeitraum.

In gewissem Grade erklärt sich dieser Widerspruch daraus, daß die Werke, vornehmlich in der stürmischen Aufholzeit nach dem Kriege, mit einer unaufhörlichen riesigen Bedarfsteigerung glaubten rechnen zu müssen. Nicht ganz unbeteiligt war auch eine gewisse Wettbewerbsucht, sich in der Aufstellung der größten und leistungsfähigsten Maschinenanlagen gegenseitig zu überbieten, obwohl nach manchen gewissenhaften Untersuchungen z. B. von Löffler[6] und v. Stritzl[7] die betriebstechnischen und wirtschaftlichen Spielräume bei der Wahl der Leistungsgröße im Werksausbau folgerichtig begrenzt sind.

Hauptsächlich ist der übermäßige Ausbau der Erzeugungsanlagen im vergangenen Zeitabschnitt freilich auf die wenig planmäßige Fortentwicklung zur Großkraftwirtschaft zurückzuführen. Die von Klingenberg verbreiteten Großwirtschaftspläne aus dem Jahre 1916 und die darauf fußenden Richtlinien von E. Block[8] für eine zweckmäßige Elektrizitätsverbundwirtschaft hatten den ersten Anlaß zu einer grundsätzlichen und sinngemäßen Aufteilung der Elektrizitätswirtschaftsaufgaben unter die einzelnen schon bestehenden Ortskraftwerke und die neu zu schaffenden Großfernkraftwerke gegeben. Es sollten dabei keineswegs die örtlichen Stromerzeugungswerke restlos verschwinden, wenngleich auch die ausgesprochenen Zwergbetriebe von einem großzügigen Wirtschaftsausbau selbstverständlich allmählich aufgesaugt werden mußten und künftig auch noch, soweit vorhanden, ihren Eigenerzeugungsbetrieb werden aufgeben müssen. Ihr Anteil an der Gesamtelektrizitätswirtschaft ist sowieso ganz unbedeutend, da beispielsweise sämtliche in der VdEW.-Statistik unter Gruppe V aufgeführten Werke (Jahresstromabgabe unter 2 Mill kWh) für das Jahr 1931 nur mit 0,9 % an der Gesamterzeugungsleistung beteiligt sind.

Von diesem Sonderfall abgesehen, ergaben sich für die Erzeugungswerke beider Hauptarten ganz bestimmte Grundgesetze der Elektrizitätsverbundwirtschaft, die übrigens bis heute ihre volle Gültigkeit behauptet[8, 9] haben, obwohl sich in den letzten 17 Jahren die Preisgrundlagen infolge bedeutend verbesserter Bautechnik und Brennstoffausnutzung und anderseits empfindlich gestiegener Lasten für den Kapitaldienst stark verändert haben. Diese Gesetze besagen, daß sich auf den Fernstromleitungen nur Stromlieferungen mit hoher Leistungsausnutzung übertragen lassen, während den Ortskraftwerken die restliche Spitzenstromlieferung bei geringer Benutzungsdauer ihrer Erzeugungsleistung zusätzlich verbleibt. Der Kern dieser Aufgabe bestand somit darin, in dieser Verbundwirtschaft die geeignetste Form der Arbeitsteilung zu finden, die sich nach beispielmäßigen Berechnungen[5a, 8, 9] am zweckmäßigsten dann ergibt, wenn für die Fernstrom-Höchstleistung im Jahr mindestens 4500 ··· 5000 Benutzungstunden erreicht werden.

Auch war aus diesen Zusammenhängen zu schließen, daß die beteiligten Werke die ihnen einmal folgerichtig übertragenen Aufgaben auch dauernd beibehalten mußten, die Fernstromwerke also nur der Grundlastdeckung dienen konnten, die Ortskraftwerke aber den Spitzenkraftbetrieb übernehmen und infolgedessen mit steigendem Bedarf für diesen Sonderzweck auch weiter ausgebaut werden mußten. Die Leistungsfähigkeit beider Arten von Erzeugungsanlagen war damit ziemlich genau bestimmt und damit eigentlich auch die Größe der beiderseits vorzusehenden Reserve.

Diese Reserve im Verbundbetrieb darf grundsätzlich nur nach der im betreffenden Werk selbst auftretenden Höchstleistung bemessen werden. Wollte man etwa im Ortskraftwerk für den Fall der Fernstromunterbrechung noch eine Ersatzleistung in Höhe dieses möglichen Leistungsausfalles bereithalten, so ist der Zweck der Verbundwirtschaft eigentlich verfehlt. Leider hat die zwiespältige Auffassung, für die unbedingte Sicherung der Stromlieferung zu sorgen und trotzdem die Vorteile der Verbundwirtschaft zu nutzen, in wichtigen Fällen nicht zu der erwünschten Lösung geführt, wie z. B. die Auseinandersetzungen in den Fachschriften[10] über die Stromversorgung der Reichshauptstadt beweisen.

Eine weitere Folge mangelnden Verständnisses für die Aufgaben der Elektrizitätsverbundwirtschaft war die allmähliche systematische Stillegung vieler leistungsfähiger Ortskraftwerke seitens der großen Überlandwerke. Dabei soll von den besonderen Verhältnissen der letzten drei Jahre abgesehen werden, wo der allgemeine Absatzrückgang die Ausnutzung der Fernstromerzeugungs- und -verteilanlagen so erheblich verminderte, daß jene schließlich notgedrungen auch den Spitzenstrom ihren Großbeziehern zu Bedingungen liefern konnten, unter denen sich die verhältnismäßig teure Spitzenstromerzeugung in den Ortskraftwerken nicht mehr lohnte. Dadurch kam, nur durch die rückläufige Wirtschaftsentwicklung bedingt, eine weitere bedeutende Zahl leistungsfähiger Elektrizitätswerke vorläufig ganz zum Erliegen.

Am wenigsten zielbewußt ist in dem vergangenen längeren Zeitraum die Entwicklung der Wasserkraftwirtschaft vor sich gegangen, wenngleich es auch in vielen Fällen schwierig ist, zu entscheiden, ob die Aufgaben des Wasserstraßenbaues, der Schiffbarmachung der Flußläufe, der Landeskultur oder der billigen Krafterzeugung ganz oder teilweise die zumeist sehr teuren Wasserkraftbauten veranlaßt haben. Wo der Wunsch nach billiger Wasserkraftgewinnung allein maßgebend gewesen ist, mußten selbstverständlich die elektrizitätswirtschaftlichen Belange in einem größeren Rahmen berücksichtigt werden.

So sind die bayerischen Wasserkräfte als die Grundlage der süddeutschen Elektrizitätsversorgung gedacht, obwohl sie keine dauernd voll ergiebigen Energiequellen darstellen. Der Wasserabfluß von den Alpen ist bekanntlich in den einzelnen Jahreszeiten sehr verschieden und schwankt in den vergletscherten Gebieten zwischen Winter und Sommer im Verhältnis bis etwa 1 : 20, d. h. gerade zur Zeit höchster Bedarfsanforderung im Versorgungsgebiet ist die Leistungsfähigkeit dieser Wasserkraftanlagen am geringsten. Die Speicherung der verfügbaren Wassermassen in großen Staubecken mildert zwar dieses Mißverhältnis, verhindert aber nicht, daß für einen bestimmten Leistungsanteil in diesem ausgedehnten Versorgungsysteme eine besondere Reserve geschaffen werden mußte, und zwar dadurch, daß den örtlichen Versorgungsunternehmen ein Leistungsanteil nur auf Widerruf zur Verfügung gestellt wird, diese sich also besondere Ersatzleistungen in eigenen Betrieben zu beschaffen hatten. Außerdem sind seitens der Wasserkraftunternehmen selbst wieder besondere Reservedampfkraftwerke gebaut worden, so daß alles in allem für einen bestimmten, wenn auch verhältnismäßig geringen Anteil des Höchstleistungsbedarfes eine dreifache Erzeugungsmöglichkeit vorhanden ist, ein Zustand, der sich für die bedrängte deutsche Elektrizitätswirtschaft schwerlich rechtfertigen läßt.

Die vorstehenden Hinweise mögen genügen, um wenigstens in einzelnen groben Zügen zu zeigen, aus welchen Gründen die Überführung von der ursprünglichen Einzelkraftwirtschaft der zahlreichen Ortskraftwerke zu einer umfassenden Großversorgungswirtschaft nicht zu dem gewünschten Erfolg geführt hat, der das Ziel der großzügigen Planungen vor 17 Jahren war, sowie auf welche Ursachen der heute übermäßige Leistungsüber-

[5] Elektr.-Wirtsch. Bd. 27, S. 278 (1928).
[5a] Wie Fußnote 2.
[6] Z. VDI Bd. 71, S. 437 (1927).
[7] ETZ 1931, S. 193.
[8] ETZ 1927, S. 525; 1932, S. 83.
[9] Dissertation des Verfassers, Berlin 1931.
[10] ETZ 1930, S. 1141 u. 1366; VDI-Nachr. vom 30. VII. 1930.

Digitized by Google

schuß in den deutschen Elektrizitätswerken zurückzuführen ist.

III. Planmäßige Elektrizitäts-Verbundwirtschaft als Mittel zur Wirtschaftshebung.

Es war bereits betont und wird auch von anderen maßgebenden Wirtschaftskreisen[10a] anerkannt, daß sich eine planvolle Elektrizitäts-Wirtschaftsführung nicht auf die Großfernversorgung allein beschränken läßt. Die für die Fernübertragung gänzlich unwirtschaftliche Spitzenstromlieferung muß den Ortskraftwerken wieder überlassen werden, die sich dadurch mit Wiederanstieg des Stromabsatzes von allein in den Großwirtschaftsbetrieb wieder einzugliedern haben. Ein Weiterausbau der Werke kann vor restloser Ausnutzung der vorhandenen Erzeugungsleistungen nicht in Frage kommen, es wird Aufgabe einer verständigen Führung der Elektrizitäts-Verbundwirtschaft sein, zwischen den verschiedenen Sonderinteressen den richtigen Ausgleich zu schaffen.

Die weit vorgreifenden Pläne eines transkontinentalen Stromaustausches, die sich auf die von Oliven[11] auf der Weltkraftkonferenz 1930 vorgetragenen Gedanken eines Europastromnetzes, auf die Vorschläge des Atlantropaprojektes[12] und u. a. auch auf die Mattern schen Ausführungen zur Eingliederung der hochalpinen Wasserkräfte[13] in den Rahmen der mitteleuropäischen Stromversorgung stützen, müssen heute als verfrüht oder sogar als überholt abgelehnt werden. Abgesehen von den außenpolitischen Bindungen, der Gefahr der Auslieferung der lebenswichtigen Landesenergieversorgung dem Zugriff des Auslandes, von sonstigen handels- und wirtschaftspolitischen Belangen, die der Verwirklichung solcher Pläne entgegenstehen, sind es vor allem technisch-wirtschaftliche Bedenken, die sich gegen die Notwendigkeit eines so weitreichenden Elektrizitätsversorgungsystems richten.

Ein länderumspannender Elektrizitätsversorgungsstrang kann überhaupt nur der ausgesprochenen Grundlastdeckung dienen, weshalb es notwendig wäre, die geplante Fernstromübertragung in das vorhandene binnenländische Verbundwirtschaftsystem einzubauen, und zwar ohne daß die bestehenden Erzeugungsbetriebe, die erhebliches Kapital bereits gebunden halten, überflüssig gemacht werden. Da aber weder innerhalb der Reichsgrenzen die vorausgesetzte großzügige Elektrizitätswirtschaftsführung dieser Art besteht, noch überhaupt ein Bedarf an neuer Strombeschaffungsmöglichkeit in dem für diesen Ausbau notwendigen Ausmaß in absehbarer Zeit zu erwarten ist, erübrigen sich vorläufig diese sämtlichen weitzielenden Entwicklungspläne.

Dringend notwendig ist es dafür, daß nunmehr im Lande selbst der überragende Verbundwirtschaftsgedanke schnellstens verwirklicht wird. Dies ergibt sich schon aus der Forderung, daß künftig unter nationalwirtschaftlichen Grundsätzen der Anlagenausbau und die hierfür nötige Kapitalbeschaffung in der Elektrizitätswirtschaft nur noch mit äußerster Vorsicht und nach gesamtwirtschaftlichen Richtlinien erfolgen dürfen, um die Volkswirtschaft von dieser Seite her vor unnötigen finanziellen Verpflichtungen und Belastungen zu bewahren.

Wirtschaftliche Vorteile durch Belastungsausgleich, die häufig als besonderer Vorzug der Großkraftwirtschaft, zumal bei den weit ausgestreckten Versorgungsleitungen hingestellt werden, lassen sich allerdings durch die Elektrizitäts-Verbundwirtschaft nicht erzielen. Das hat bereits Schraeder[14] mit ausdrücklicher Zustimmung von Block[14] nachgewiesen. Trotzdem werden solche Gedanken immer wieder laut, wie z. B. bei der AG. für deutsche Elektrizitätswirtschaft[15] und bei Witte[15].

Sicherlich bedeutete es schon einen großen Fortschritt, wenn es im Verbundbetrieb durchgesetzt würde, daß die einzelnen Kraftwerke nur ihrer eigenen Bedarfslast entsprechend ausgebaut und mit der zugehörigen Reserveleistung versehen werden, damit das erforderliche Anlagekapital auf das äußerste Maß beschränkt wird. Sollte im besonderen Falle eine Sofortbereitschaft an elektrischer Energie erforderlich sein, etwa in Großstädten für Verkehrsbetriebe und sonstige lebenswichtige Anstalten, so sind Speicher irgendwelcher Art, diese aber möglichst dicht an die Verbrauchsorte zu legen, um teure Zuführungsleitungen zu ersparen und zusätzliche Störungen auf diesen zu vermeiden.

Die Benutzung solcher Speichereinrichtungen für die Spitzenlastdeckung ist in letzter Zeit bei dem starken Absatzrückgang völlig in den Hintergrund getreten, sie kann erst allmählich wieder in Frage kommen, sobald eine allgemeine Bedarfsteigerung die Leistungsfähigkeit der Fernstrom- und der Ortskraftwerke wieder überschreitet, womit schwerlich vor den nächsten 5 Jahren zu rechnen ist.

IV. Folgerungen für die Fortentwicklung der Elektrizitätswirtschaft.

Die vorstehenden Ausführungen leiten zu der Schlußfolgerung über, daß die deutsche Elektrizitätswirtschaft zunächst einmal einer übergeordneten einheitlichen Führung bedarf, um eine planmäßige Zusammenarbeit in der Stromerzeugung, -verteilung und auch in der Angleichung der Stromtarife zu ermöglichen.

Auch muß die Elektrizitätswirtschaft aus der in den letzten Jahren so lebhaft verfolgten überstaatlichen, aber unfruchtbaren Gedankenverbindung wieder gelöst und rein auf die durch die Nationalwirtschaft gezogenen Grenzen zurückgeführt werden. Erst aus diesem großen Wirtschaftsrahmen heraus wird sich dann entscheiden lassen, wo eine elektrizitätswirtschaftliche Verbindung mit der Außenwelt der eigenen Volkswirtschaft zum Nutzen gereichen kann.

Zur Erreichung dieses Zieles wären an sich verschiedene Möglichkeiten gegeben, wenn nicht die bisherige Wirtschaftsentwicklung schon auf eine bestimmte Richtung verwiese. Es brauchten nämlich nur die im Reichsgebiet bereits bestehenden großen, in sich geschlossenen Versorgungsgebiete unter einen einheitlichen Wirtschaftsplan gestellt zu werden. Als Anhalt könnte das englische Beispiel dienen, bei dem durch Elektrizitätsgesetzgebung die einheitliche wirtschaftliche Zusammenfassung der Stromerzeugung und -verteilung im ganzen Lande verwirklicht wird[16]. Selbst die Errichtung und Stillegung von Werken bedarf dort behördlicher Begutachtung. Um einen einheitlichen Versorgungsplan durchzuhalten, sind 10 Elektrizitätsbezirke gebildet, die sich unter deutschen Verhältnissen in Anlehnung an die schon bestehende Gebietsgliederung ebenfalls sehr einfach schaffen ließen.

Eine Hauptfrage besteht allerdings darin, wie sich der Staat als oberstes Wirtschaftsorgan den maßgeblichen Einfluß auf die Wirtschaftsführung sichern soll, nachdem Reich, Länder und Provinzen selbst bereits den weit überwiegenden Anteil an der allgemeinen Elektrizitätsversorgung — bisher leider nur in Nebeneinanderschaltung — sich erworben haben. Die einseitige staatliche Wirtschaftsführung etwa durch Elektrizitätsgesetzgebung kann den besonderen deutschen Verhältnissen kaum gerecht werden, da einmal neben den gemeinnützigen Interessen der öffentlichen Hand auch sehr gewichtige Privatwirtschaftsinteressen bestehen, und anderseits eine gesunde Fortentwicklung der Elektrizitätswirtschaft des privatwirtschaftlichen Unternehmungsgeistes nicht ganz entraten kann.

Die Weiterverteilung des Stromes bis zum letzten Verbraucher, die allgemeine Installationstätigkeit, der Vertrieb elektrischer Gebrauchsgegenstände, die Einführung neuer für die Elektrizitätsanwendung geeigneter Geräte sind u. a. sicher bevorzugte Aufgaben für das privatwirtschaftliche Betätigungsfeld, dem man bei einer Neugestaltung des Elektrizitätsversorgungswesens auch genügend Spielraum lassen sollte.

Eine andere Frage bleibt, wie die Arbeitsbereiche der verschiedenen Versorgungsunternehmen gegeneinander abgegrenzt werden sollen, ob der bisherige Besitzstand unverändert erhalten oder zweckmäßiger dafür — vor allem bei den öffentlichen Unternehmen und Beteiligungen — eine regionale Neugliederung Platz greifen muß.

Die bisherige Austragung von Interessengegensätzen der Versorgungsunternehmen untereinander um die Einflußgebiete in der Form von zahllosen Schieds- und ordentlichen Gerichtsverfahren war — um das einmal offen auszusprechen — eine für den zielbewußten Wirtschaftsaufbau wenig förderliche und leider auch eine dem Ansehen der deutschen Elektrizitätswirtschaft abträgliche Erscheinung. Dieser liberalistische Wirtschaftsgeist wird auf alle Fälle künftig durch eine kraftvolle Gesamt-Elektrizitätswirtschaftsführung abgelöst werden müssen.

Vor kurzem hat bereits Schneider vor der Elektrotechnischen Gesellschaft in Frankfurt a. M. ähnliche Erwägungen über „einige Zukunftsfragen der Elektrizi-

[10a] Wie Fußnoten 3 u. 8.
[11] ETZ 1930, S. 986.
[12] Elgawe-Tagesfragen vom 24. XI. 1932.
[13] ETZ 1932, S. 907.
[14] Wie Fußnote 3 bzw. 8.
[15] Wie Fußnote 1 bzw. 2.
[16] ETZ 1933, S. 448.

Digitized by Google

tätswirtschaft" unter dem Gesichtspunkt „Kupplung oder Dezentralisation" angestellt. Er hat dabei auch wichtige Fragen über die Möglichkeit der Absatzsteigerung und der Beeinflussung der Leistungsbeanspruchung durch geeignete einheitliche Tarifformen einbezogen, während die vorstehenden Erörterungen sich lediglich auf die großen Richtlinien der Elektrizitätserzeugung und -verteilung beschränken.

Auch Schneider kommt in seinen Folgerungen auf den führenden Gedanken einer weitumfassenden Elektrizitäts-Verbundwirtschaft, läßt aber die beiden Möglichkeiten offen, ob die gesamte öffentliche Elektrizitätswirtschaft unter staatlicher Duldung zu einer freien Zusammenarbeit geführt werden soll, oder ob die Machtvollkommenheit einer zu berufenden staatlichen Stelle für die Lösung dieser Aufgabe eingesetzt werden muß. Dabei muß er selber zugeben, daß der erste ernsthafte Versuch eines freiwilligen Zusammenschlusses (AG. für deutsche Elektrizitätswirtschaft) zu keinem befriedigenden Ergebnis geführt hat[17].

[17] Staudinger, Du und der Staat, Berlin, Gersbach & Sohn.

Es bleibt also tatsächlich nur die Möglichkeit einer Wirtschaftsführung unter Staatsaufsicht, von der wohl kaum zu befürchten steht, daß sie sich in eine starre gesetzmäßige Regelung verlieren müßte. Vielmehr könnte beispielsweise die Bildung eines Reichs-Elektrizitäts-Wirtschaftsrates und untergeordneter Bezirkswirtschaftsräte für die aufgeteilten Bezirke, an denen jeweils Vertreter des Staates und der verschiedenen anderen Wirtschaftskreise maßgeblich beteiligt sind, zu einer Lösung führen, die den berechtigten Sonderinteressen der verschiedenartigen Versorgungsunternehmen den nötigen Einfluß sichert, die in technischer und finanzieller Hinsicht den nötigen Ausgleich schafft und doch dem Staat als übergeordneter Stelle im Interesse des einheitlichen Wirtschaftsgedankens nötigenfalls die letzte Entscheidung vorbehält.

Eine derartige Neugestaltung des Elektrizitätsversorgungswesens läßt zweifellos eine wirksame Gesundung der Elektrizitätswirtschafts-Verhältnisse erhoffen und muß letzten Endes auch die erwünschten wirtschaftlichen Vorteile für die Allgemeinheit bringen.

Der ohmsche Leistungsverlust in langen Fernleitungen.

Von **Johann Grabscheid**, Wien.

Übersicht. Es werden neue Wege gezeigt, die zu einer verhältnismäßig einfachen Ermittlung der ohmschen Leistungsverluste in langen Fernleitungen führen. Die charakteristischen Eigenschaften der Fernleitung müssen selbstredend bekannt sein. Die ermittelten Ergebnisse zeigen gute Übereinstimmung mit denen anderer Verfahren.

Das Problem der Fernleitung elektrischer Energie ist in der Fachliteratur erschöpfend und vielfach behandelt worden. Von den vielen Verfahren seien das von Fritz Emde in seinem Buche vom Sinus- und Tangensrelief in der Elektrotechnik[1] und die Erweiterung desselben durch den Aufsatz von Breitfeld über das Sinus- und Tangensrelief im Dienste der Fernleitungsberechnung[2] als für die nachfolgenden Untersuchungen von besonderer Wichtigkeit hervorgehoben.

Die ohmschen Leistungsverluste in einer Leitung können allgemein ausgedrückt werden durch

$$V = k \int_0^X i^2 \, \mathrm{d}x + Abl.,$$

wobei k ein Proportionalitätsfaktor (ohmscher Widerstand der Längeneinheit), i der Effektivstrom in einer Leitungsphase, x die im Bereiche $0 \cdots X$ veränderliche Leitungslänge und $Abl.$ der Ableitungsverlust ist. Anderseits kann symbolisch gesetzt werden

$$I = i\, e^{j\varphi} k_1,$$

wo I der Augenblickswert des Stromes an einer Stelle der Leitung, φ der zugehörige Phasenwinkel und k_1 ein Proportionalitätsfaktor ist. Der konjugiert komplexe Wert zu I soll mit $\overline{I}$ bezeichnet und ausgedrückt werden durch

$$\overline{I} = i\, e^{-j\varphi} k_1.$$

Es wird daher $i^2 = I \cdot \overline{I}$. Nun ist aber die Verteilung des Augenblickswertes des Stromes längs der Leitung gemäß dem vorerwähnten Aufsatz von Breitfeld gegeben durch

$$I = I_0 \frac{\sin(v\,X + v\,c)}{\sin v\,c}$$

und der konjugiert komplexe Wert durch

$$\overline{I} = \overline{I_0} \frac{\sin(\overline{v}\,X + \overline{v\,c})}{\sin \overline{v\,c}}.$$

Definitionsgemäß ist

$$v = \sqrt{(j\,r - \omega\,L)(j\,g - \omega\,C)},$$

$$\overline{v} = \sqrt{(-j\,r - \omega\,L)(-j\,g - \omega\,C)}$$

$$v\,c = \operatorname{arc\,tg}\, j \frac{Z\,I_0}{U_0}, \qquad \overline{v\,c} = \operatorname{arc\,tg} - j \frac{\overline{Z}\,\overline{I_0}}{U_0},$$

$$Z = \sqrt{\frac{j\,r - \omega\,L}{j\,g - \omega\,C}}, \qquad \overline{Z} = \sqrt{\frac{-j\,r - \omega\,L}{-j\,g - \omega\,C}},$$

[1] Vgl. a. F. Emde u. Wengler, ETZ 1927, S. 766 u. 804.
[2] C. Breitfeld, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 46, S. 1021 (1928).

es wird daher

$$i^2 = I \cdot \overline{I} = i_0^2 \cdot \frac{\sin(v\,X + v\,c)\sin(\overline{v}\,X + \overline{v\,c})}{(\sin v\,c)(\sin \overline{v\,c})},$$

woraus sich nach mehrfachen Umformungen ergibt

$$V = k\,i^2\,\mathrm{d}x = \frac{k\,i_0^2}{(\sin v\,c)(\sin \overline{v\,c})} \times$$

$$\times \left[\frac{\sin\left(\frac{v-\overline{v}}{2} X\right) \cos\left(\frac{v-\overline{v}}{2} X + v\,c - \overline{v\,c}\right)}{v - \overline{v}} - \right.$$

$$\left. - \frac{\sin\frac{v+\overline{v}}{2} X \cos\left(\frac{v+\overline{v}}{2} X + v\,c - \overline{v\,c}\right)}{v + \overline{v}} \right].$$

Man ersieht hieraus, daß die Abhängigkeit der ohmschen Leistungsverluste von der Belastungsstromstärke keine einfache mehr ist, während für kurze Leitungen diese Verluste dem Quadrat dieser Stromstärke proportional angenommen werden können. Unter der Annahme gleichbleibender Spannung und gleichbleibenden Leistungsfaktors an der Verbrauchstelle auch bei wechselnder Belastung gilt dies natürlich auch sinngemäß für die aus dem Belastungsdiagramm zu entnehmenden Leistungen (an Stelle der Belastungsströme).

Setzt man

$$v = a + j\,b, \quad \overline{v} = a - j\,b$$

$$v\,c = \frac{1}{2}(A + j\,B), \quad \overline{v\,c} = \frac{1}{2}(A - j\,B),$$

so erhält man nach mehreren Umformungen

$$V = \frac{k\,i_0^2}{\mathfrak{Cof}\,B - \cos A} \times$$

$$\times \left[\frac{\mathfrak{Sin}\,b\,X\,\mathfrak{Cof}\,(b\,X + B)}{b} - \frac{\sin a\,X \cos(a\,X + A)}{a} \right]. \quad (1)$$

Wie sich leicht erkennen läßt, ist dieser Ausdruck vollkommen reell; er stellt die ohmschen Leistungsverluste je Phase dar.

Beispiel.

Zum Zwecke des Vergleiches sollen die Leistungsverluste einmal nach vorstehender Formel, das andere Mal nach dem vorerwähnten Verfahren von Breitfeld gerechnet werden. Als Beispiel hierfür soll zunächst das in dem Aufsatz des letzteren auf S. 1028 angeführte behandelt werden. Es soll über eine 1126,5 km lange Drehstromleitung von $3 \cdot 321\,\mathrm{mm}^2$ Querschnitt und 3,658 m Drahtabstand eine Energie von 40 000 kW bei einer Endspannung $U_{0v} = 150$ kV, $\cos\varphi_0 = 0{,}918$ induktiv und 25 Per/s übertragen werden; der Ableitungswert g ist mit 0 angenommen. Es ist dann der ohmsche Widerstand r

Digitized by Google

(in vorstehender Formel k) gleich 0,0528 Ω/km, $X = 1126{,}5$ km, $i_0 = 167{,}7$ A, weiter

$$v = a + j\,b = 10^{-3} \cdot 0{,}5439\, e^{j\,172°\,21'}$$
$$= -0{,}000\,539\,1 + j \cdot 0{,}000\,072\,39$$
$$v\,c = \frac{1}{2}(A + j\,B) = 28°\,10{,}5' + j \cdot 0{,}5637 = 0{,}4918 + j \cdot 0{,}5637,$$

woraus folgt

$$a = -0{,}000\,539\,1, \qquad A = 0{,}9836$$
$$b = +0{,}000\,072\,39, \qquad B = 1{,}1274.$$

Unter Einsetzung dieser Werte in die Formel (1) erhält man $V = 1287 \cdot (2060 - 986) = 1\,383\,000$ W je Phase, d. h. rd. 4150 kW für das gesamte Leitungsystem. Dieses Ergebnis stimmt sehr gut überein mit dem auf S. 1029 des Aufsatzes von Breitfeld gefundenen Werte der Anfangsleistung $A_1 = 44\,150$ kW, welcher Wert unter Benutzung des Sinus- und Tangensreliefs gefunden wurde; die Differenz von Anfangs- und Endleistung muß ja den ohmschen Leistungsverlust ergeben, nachdem die Ableitung als nicht vorhanden angenommen wurde. Auch bei einer mit Ableitung behafteten Leitung zeigt sich eine sehr gute Übereinstimmung der Rechenergebnisse für den Leistungsverlust. Es sei für den Vergleich das auf S. 1026 des vorgenannten Aufsatzes von Breitfeld angeführte Beispiel mit $g = 0{,}124 \cdot 10^{-6}$ S/km gewählt. Es ist hier $X = 1500$ km, $k = r = 0{,}036$ Ω/km, $i_0 = 371$ A; aus den von Breitfeld errechneten Werten v und $v\,c$ ergeben sich dann

$$a = -0{,}001\,048, \qquad A = +0{,}9332,$$
$$b = +0{,}000\,102\,4, \qquad B = +0{,}6468,$$

woraus folgt

$$V = 7960 \cdot (2013 - 766) = 9\,920\,000 \text{ W je Phase}$$
oder rd. 29 760 kW für das System.

Da die Leitung Ableitungsverlust hat, ist dieser noch gesondert auszurechnen; er ist angenähert $V_a = 3\,U_{0ph}^2 \cdot g = 3 \cdot 127\,000^2 \cdot 1{,}24 \cdot 10^{-6}$, d. h. rd. 9000 kW für das Drehstromsystem. Der gesamte Leistungsverlust ist also rd. 37 760 kW, während er sich unter Benutzung des Sinus- und Tangensreliefs auf S. 1027 des Breitfeldschen Aufsatzes mit 39 000 kW ergibt; die Übereinstimmung ist sehr gut.

Die numerische Auswertung der Formel (1) ist unter Benutzung der Tabellen für Hyperbel- und Kreisfunktionen außerordentlich einfach und wird sich besonders dort empfehlen, wo das Sinus- und Tangensrelief bezüglich seiner Horizontalprojektion nicht in sehr genauer Form und entsprechend großem Maßstabe zur Verfügung steht; die Formel wird auch immer ein wertvolles Kontrollmittel für Berechnungen aus dem Sinus- und Tangensrelief sein, bei denen oft kleine Ablesefehler unvermeidlich sind.

Formel (1) kann für kleine Werte von $b\,X$ und $a\,X$, welche sich im allgemeinen bei Leitungslängen bis rd. 1000 km ergeben, mit hinreichender Genauigkeit vereinfacht werden, indem man $\mathfrak{Sin}\, b\,x = b\,X$ und $\sin a\,X = a\,X$ setzt; man erhält dann die vereinfachte Formel

$$V = k\,i_0^2\,X\,\frac{\mathfrak{Cof}\,(b\,X + B) - \cos(a\,X + A)}{\mathfrak{Cof}\,B - \cos A}. \qquad (2)$$

Die zahlenmäßige Auswertung dieser Formel (2) ergibt eine sehr gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen nach Formel (1).

Wird nun nach den mittleren Verlusten V_m innerhalb einer betrachteten Zeitspanne t_b gefragt, so muß noch folgende Betrachtung angestellt werden: Es sei allgemein die Belastung L als empirisch ermittelte Funktion der Zeit innerhalb eines Intervalles von 0 bis t_b Zeiteinheiten dargestellt durch $L = \varphi(t)$. Ferner sei der Leistungsverlust in der Leitung als Funktion der Belastung dargestellt als $V = \psi(L)$. Es ist dann $V = \psi[\varphi(t)]$ der Augenblicksverlust an einer Stelle t und der mittlere Verlust während einer betrachteten Zeitspanne t_b

$$V_m = \frac{1}{t_b}\int_0^{t_b} \psi[\varphi(t)]\,dt.$$

Bei einer relativ kurzen Leitung ist nun $V = k\,i_0^2$ und unter der Annahme, daß Spannung und Leistungsfaktor auch bei schwankender Last konstant gehalten werden, $V = k_1 L^2$. Die Abhängigkeit der Verluste V von der Belastung L ist also durch eine quadratische Parabel dargestellt und die mittleren Verluste werden allgemein unter Benutzung des Belastungsdiagrammes $L = \varphi(t)$

$$V_m = k_1 \cdot \frac{1}{t_b}\int_0^{t_b} \varphi^2(t).$$

Bei langen Leitungen ist die durch Formel (1) gegebene Abhängigkeit der Verluste V von i_0 eine weit weniger einfache. Zeichnet man diese Abhängigkeit auf, so erhält man eine Kurve, die sich durch die Funktion $V = a_{-1} L^{-1} + a_0 + a_1 L + a_2 L^2$ mit ausreichender Genauigkeit wiedergeben läßt. Unter Benutzung eines früheren Aufsatzes des Verfassers gemeinsam mit K. Pingitzer[3] erhält man dann

$$V_m = \frac{a_{-1}}{t_B}\int_0^{t_B} \frac{dt}{\varphi(t)} + a_0 + \frac{a_1}{t_B}\int_0^{t_B} \varphi(t)\,dt + \frac{a_2}{t_B}\int_0^{t_B} \varphi^2(t)\,dt,$$

wobei, wie bereits erwähnt, $L = \varphi(t)$ die durch das Belastungsdiagramm gegebene Kurve darstellt.

[3] J. Grabscheid u. K. Pingitzer, Z. öst. Ing.- u. Arch.-Ver. 1931, S. 334.

Elektrische Musikinstrumente, ihre Wirkungsweise und Aufgaben*.

Von **W. Janovsky**, Berlin.

(Schluß von S. 678.)

B. Reine elektrische Schwingungserzeuger.

Der einfachste dieser Generatoren dürfte der Tonfrequenz-Rückkopplungsummer sein, dessen Schaltung Abb. 8 zeigt. Die Frequenz ist durch die Kapazität C, die Induktivität L und den Widerstand des Schwingungskreises bestimmt und kann z. B. durch den veränderbaren Kondensator C stetig verändert werden. Zur stufenweisen Frequenzänderung wird am besten die mit Ruhekontakten arbeitende Schaltung der Abb. 8 verwendet; da bei dieser jeweils nur die links von dem geöffneten Schalter liegenden Kondensatoren die Frequenz bestimmen, ertönt bei mehreren niedergedrückten Tasten jeweils nur der zur höchsten Taste gehörige Ton. Die zweite Schaltung mit Arbeitskontakten der Abb. 8 ist dagegen unbrauchbar, da bei dieser beim Niederdrücken zweier oder mehrerer Tasten ein der Summe der eingeschalteten Kapazitäten entsprechender neuer Ton entsteht. Die erste Schaltung hat auch noch den Vorteil, daß man durch einen sehr großen Kondensator C_0 am Ende der Kondensatorkette, der also nur an der Induktivität L liegt, wenn keine Taste gedrückt ist, durch kapazitiven Kurzschluß die Schwingungserregung unterbrechen kann. Auch durch einen Schalter S im Heizkreis der Röhre R können die Töne ein- und ausgeschaltet werden. Ein Nachteil des Nieder-

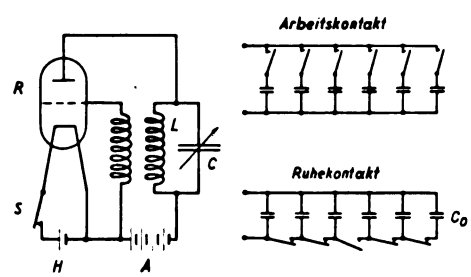


Abb. 8. Tonfrequenz-Rückkopplungsummer.

* Nach einem am 27. IX. 1932 im Elektrotechnischen Verein gehaltenen Vortrag. Eine Besprechung fand nicht statt.

Digitized by Google

frequenzsummers ist, daß man bei Änderung nur eines Abstimmelementes und bei konstanter Rückkopplung, was aus Einfachheitsgründen fast immer gemacht wird, nur einen beschränkten Frequenzumfang erzielen kann, weil sich die Bedingungen für die Selbsterregung ändern. Bei richtiger Bemessung läßt sich aber immerhin noch eine Selbsterregung über 5 Oktaven erreichen. Die Frequenz ist bei Verwendung guten Materials, vor allem guter Kondensatoren, hinreichend konstant.

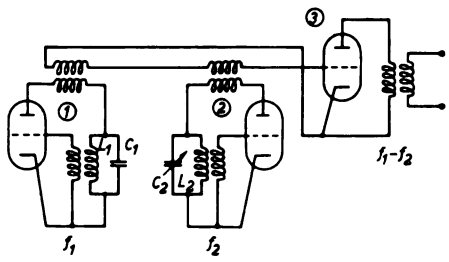


Abb. 9. Hochfrequenz-Überlagerungsummer.

Der Hochfrequenz-Überlagerungsummer, dessen Schaltung Abb. 9 zeigt, besteht aus zwei Rückkopplungsummern *1* und *2* und einem Gleichrichterrohr *3*. Die ersten beiden erzeugen über dem Hörbereich liegende Schwingungen der Frequenzen f_1 und f_2. Diese werden miteinander überlagert und ergeben nach Gleichrichtung den hörbaren Differenzton $f_1 - f_2$. Eine relativ kleine Verstimmung eines der beiden Summer ergibt bereits eine große Änderung der Höhe des Differenztones, so daß bequem der ganze Hörbereich überstrichen werden kann. Die Frequenzkonstanz läßt dafür viel zu wünschen übrig, so daß diese Summer für Tasteninstrumente unbrauchbar sind. Sowohl beim Tonfrequenz- als auch beim Hochfrequenz-Überlagerungsummer können durch entsprechende Übersteuerung der Röhren bewegliche Formanten erzeugt werden.

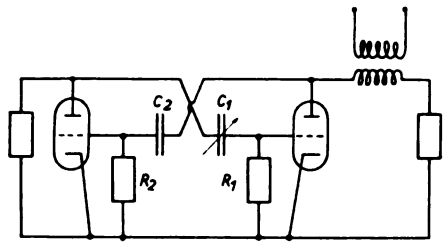


Abb. 10. Zweirohrschaltung zur Erzeugung von Kippschwingungen.

Abb. 10 zeigt noch eine bekannte für elektrische Musikinstrumente angewandte Zweirohrschaltung zur Erzeugung von Kippschwingungen. Aber auch mit Schaltungen ähnlich Abb. 8 können Kippschwingungen erzielt werden. Auf diese Weise besteht die Möglichkeit, den oben erwähnten begrenzten Frequenzbereich der Tonfrequenzsummer zu erweitern. Abklingende elektrische Schwingungen werden mit einer Schaltung nach Abb. 11 erzeugt, wobei der Kondensator C je nach der Stellung des Schalters S aus der Batterie B aufgeladen wird oder sich über den aus Induktivität L und Widerstand R bestehenden Kreis entlädt. Die Abklingzeit kann durch zusätzliche Widerstandsdämpfung oder durch Rückkopplungsentdämpfung verändert werden.

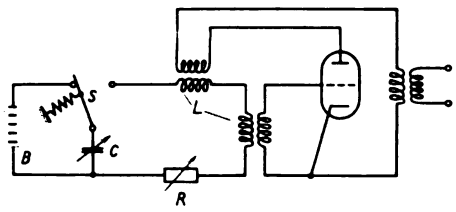


Abb. 11. Elektrische Erzeugung abklingender Schwingungen.

Als Beispiel einer mit Gasentladungsröhren arbeitenden Schaltung zeigt Abb. 12 die bekannte Glimmlampen-Kippschwingungschaltung. An Stelle des veränderlichen Widerstandes R kann auch eine Elektronenröhre, deren innerer Widerstand R_i sich mit der Gittervorspannung U_g ändert, verwendet werden. Gespielt wird dann durch Ändern der Gittervorspannung, während durch Ändern der Kapazität C die ganze Stimmung des Instrumentes beliebig verschoben werden kann.

Mit Lichtbogen oder Funkenstrecke arbeitende Schwingungserzeuger haben keinerlei Bedeutung mehr, sondern lediglich noch historisches Interesse.

Bei allen diesen rein elektrischen Schwingungserzeugern sind für die Frequenz zwei oder mehrere Abstimmelemente maßgebend. Dabei wird zum Spielen meist nur das eine verändert. Durch zusätzliche kleine periodische Änderung des zweiten Abstimmelementes kann man ein Vibrato erzielen, durch größere Änderungen die Stimmung des Instrumentes um beliebige Beträge, z. B. um eine oder mehrere Oktaven, verschieben. Wegen ihrer bequemen Frequenzänderung eignen sich die rein elektrischen Schwingungserzeuger besonders für einstimmige Instrumente, das sind solche, bei denen wie z. B. bei unseren Blasinstrumenten immer nur ein Ton gespielt werden kann. Nur in wenigen Fällen sind rein elektrische Generatoren auch für mehrstimmige Instrumente verwendet worden. Bei diesen werden entweder für jeden Ton ein besonderer Generator oder bei Verwendung einer geringeren Anzahl Generatoren verwickelte Wählerschaltungen vorgesehen. In jedem Fall ergibt sich ein umfangreicher Aufbau, der vielleicht bei Verwendung von Mehrfachröhren, bei denen also in einem Kolben mehrere Systeme vereinigt sind, etwas verringert werden kann.

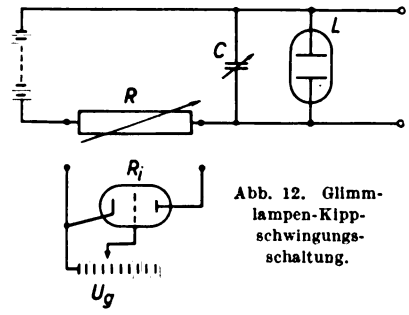


Abb. 12. Glimmlampen-Kippschwingungsschaltung.

IV. Zusätzliche Mittel zur Klangfärbung.

Wie wir gesehen haben, kann man durch Bemessung der Schwingungserzeuger weitgehend bewegliche Formanten erzeugen. Eine andere naheliegende, aber sehr umständliche Methode besteht darin, zunächst nur rein sinusförmige Töne zu erzeugen und diese dann in der gewünschten Weise zu musikalischen Tönen zusammenzusetzen. Hierbei ergeben sich äußerst umfangreiche Schaltungen.

Bewegliche Formanten können aber auch durch elektrische Kopplungselemente mit einer nichtlinearen Übertragungs-Charakteristik, also z. B. Spulen mit gesättigtem Eisenkern, übersteuerte Röhren, Glimmlampen usw. erzeugt werden. Mit einem derartigen Kopplungselement kann aber immer nur ein Ton verzerrt werden, da bei gleichzeitiger nichtlinearer Verzerrung zweier oder mehrerer Töne meist unharmonische Kombinationstöne auftreten. Für mehrstimmige Instrumente wird deshalb eine größere Anzahl benötigt.

Wir haben eingangs gezeigt, daß feste Formanten dann auftreten, wenn Resonanzkörper vorhanden sind. Bei elektrischen Instrumenten können die festen Formantbereiche entsprechend durch elektrische Resonanzkreise und Siebschaltungen geschaffen werden; dabei hat man noch den Vorteil, daß sowohl die Eigenfrequenz durch Variieren der Induktivität und der Kapazität als auch die Dämpfung durch Widerstandsdämpfung bzw. Rückkopplungsentdämpfung verändert werden kann. Entsprechend den bei akustischen Instrumenten vorkommenden festen Formantbereichen werden die elektrischen Kreise zweckmäßig etwa zwischen 200 und 4000 Hz veränderbar gemacht. Mit zwei derartigen Kreisen wird man für die meisten Fälle auskommen. Eine andere Methode besteht darin, Lautsprecher mit ausgesprochenen Resonanzstellen zu verwenden.

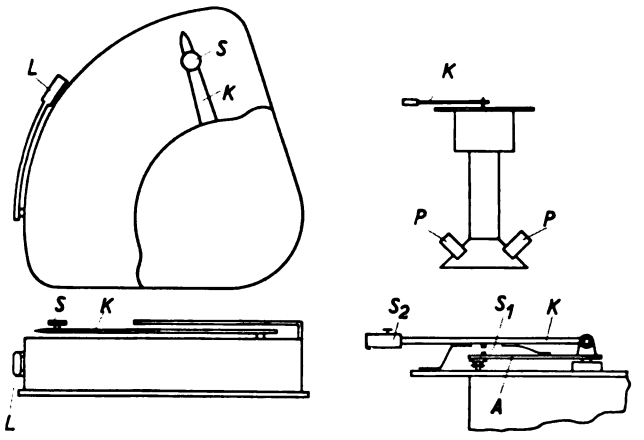
Weiterhin sind die elektrischen und mechanischen Resonanzkreise für den Verlauf der Ausgleichvorgänge wichtig, da durch sie die Hallformanten entstehen. Über die bei den Schwingungserzeugern besprochenen Methoden zur Beeinflussung der Ausgleichvorgänge hinaus können diese durch besondere elektrische Verzögerungsschaltungen, z. B. thermischer Art, noch weiter beeinflußt werden.

V. Bedienung der elektrischen Musikinstrumente.

Hierbei wollen wir die verschiedenen Vorrichtungen zur Änderung der Tonhöhe, der Lautstärke und der Klangfarbe getrennt betrachten. Zur Einstellung der Tonhöhe und zur Auslösung des Tones kann zunächst in be-

Digitized by Google

kannter Weise eine Tastatur dienen. Um nun aber nicht nur die durch die Tastatur gegebenen Intervalle spielen zu können, kann man Tastaturen verwenden, bei denen durch Niederdrücken der Taste über einen bestimmten Anschlag hinaus oder aber durch seitliche Bewegung jeder einzelnen Taste oder der ganzen Tastatur noch weitere zwischen den Halbtonintervallen liegende Töne eingestellt werden können. Derartige Vorschläge stammen von Mager und Martenot.



Ausführung nach Péchadre Ausführung nach Mager

Abb. 13. Instrumente mit Spielkurbeln.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, mit Hilfe einer Spielkurbel ein Abstimmelement einer Summerschaltung zu verstellen. Zwei Ausführungsformen derartiger Spielkurbeln, die eine von Péchadre, die zweite von Mager zeigt Abb. 13. Péchadre will dabei eine Ermüdung des Armes vermeiden, indem er die Kurbel K so ausbildet, daß ihr Drehpunkt mit dem Ellenbogen des spielenden Armes zusammenfällt und der Arm auf dem Gehäuse ruhen kann. Die Spielkurbel verläuft also parallel zum Unterarm. Bei der Kurbel von Mager wird durch einen auf einer Rolle laufenden Wagen A eine Verbiegung der Kurbelachse vermieden. Die Töne werden mit Hilfe von Schaltern eingeschaltet, die auf der Kurbel angebracht sind (S, S_2) oder durch Niederdrücken der Kurbel betätigt (S_1). Wie leicht einzusehen ist, kann mit derartigen Kurbeln nur glissando oder staccato gespielt werden. Diesen Nachteil vermeidet Mager durch Verwendung zweier Kurbeln, die durch eine besondere Schaltung so voneinander abhängig sind, daß beim gleichzeitigen Niederdrücken der beiden Kurbeln immer nur die eine die Tonhöhe bestimmt, während mit der zweiten der nächste Ton bereits eingestellt werden kann; dieser ertönt aber erst dann, wenn die erste Kurbel ausgeschaltet wird, so daß ein gutes Legato-Spiel möglich ist. Eine weitere Anwendungsmöglichkeit der Spielkurbel ergibt die ebenfalls von Mager ausgeführte Kombination mit einer Tastatur.

An Stelle der Kreisbewegung der Spielkurbel kann natürlich auch eine Längsbewegung treten. Bei einer von Martenot angegebenen Vorrichtung gleitet ein Ring, welcher an einem endlosen über vier Rollen geführten Band befestigt ist, über eine nur als Anhaltspunkt dienende, gezeichnete Tastatur. Diese und eine weitere hierher gehörige Anordnung von Mager zeigt Abb. 14. Bei letzterer ist die Tastatur aus leitenden, voneinander isolierten Platten zusammengesetzt, die mit einem fingerhutartigen, auf den Finger des Spielers gesteckten Kontakt in Berührung gebracht werden. Helberger-Lertes und Trautwein, Abb. 14, 3. und 4., verwenden zum Spielen ihrer Instrumente Saitenmanuale, bei welchen entweder ein Kontaktband B über einem Widerstand R oder ein Widerstandsdraht S über einer Kontaktfläche U isoliert angeordnet ist, die durch Niederdrücken miteinander in Berührung gebracht werden können. Die Stelle der Berührung bestimmt den Widerstand bzw. die Gittervorspannung einer Röhre und damit die Frequenz.

Weiterhin ist noch die Spielweise von Theremin zu erwähnen; bei ihr ist die Tonhöhe durch die wirksame Kapazität einer stabförmigen Antenne bestimmt. Durch Nähern und Entfernen der Hand kann die Kapazität und damit die Tonhöhe verändert werden. Eine ähnliche lichtelektrische Methode stammt von Saraga und Meister. Beide Methoden haben den Vorteil, daß die Hand des Spielers vollkommen frei und unbehindert ist, dafür aber den großen Nachteil, daß jede Markierung für die Tonhöhe fehlt. Sie können deshalb nur nach längerer Übung gespielt werden.

Für die Einstellung der gewünschten Lautstärke werden bei den meisten elektrischen Instrumenten besondere Pedale oder Hebel vorgesehen (Abb. 13 links: Hebel L, rechts: Pedale P). Äußerst zweckmäßig sind alle die Vorrichtungen, bei denen man mit derselben Hand, mit der man die Tonhöhe einstellt, auch die Lautstärkeregler bedient. Abb. 14, 3. zeigt eine von Helberger und Lertes angegebene Methode; bei dieser wird, je nachdem wie stark das Band B auf den Widerstand R niedergedrückt und dieser dadurch durchgebogen wird, der Hebel H und damit eine induktive Kopplung zwischen Generator und Verstärker verstellt. Anderseits kann auch wie bei Trautwein, Abb. 14, 4. das ganze Manual beweglich auf Kohlekontakte

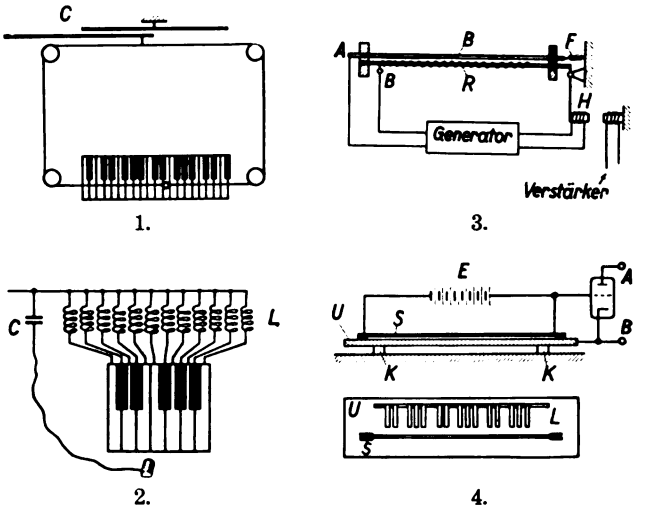
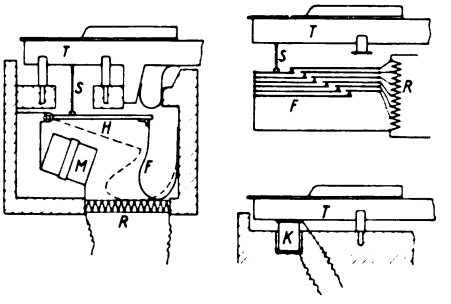


Abb. 14. 1. Spielweise von Martenot, 2. Kontaktmanual nach Mager, 3. Saitenmanual nach Helberger-Lertes, 4. Saitenmanual nach Trautwein.

K gelagert werden. Entsprechend dem Druck auf das Manual und damit auf die Kohlekontakte kann die Lautstärke verändert werden. Ähnliche Vorrichtungen in Verbindung mit einer Tastatur und ihre Wirkungsweise zeigt Abb. 15. Alle diese Vorrichtungen, welche entweder Ton-



links: durch Abwälzen einer Blattfeder F auf einem Widerstand R nach Pötzelberger und Spielmann
rechts oben: durch stufenweises Öffnen oder Schließen von Federkontakten F
rechts unten: durch verschiedenen Druck auf einen Kohlekontakt K nach Singer

Abb. 15. Lautstärkeregelung durch verschiedenen Tastenanschlag.

höhen- oder Lautstärkeänderungen um kleine Beträge gestatten, können natürlich auch zur Erzeugung eines Vibratos oder Tremolos benutzt werden. Darüber hinaus werden oft noch selbsttätig arbeitende Vorrichtungen, wie vor Spulen schwingende Eisenzungen, periodisch veränderliche induktive oder kapazitive Widerstände u. dgl. angebracht.

Die gewünschte Klangfarbe wird bei den meisten Instrumenten entweder wie bei der Orgel mit Registerzügen oder durch Schalter und Drehknöpfe eingestellt. Dabei ist darauf zu achten, daß die Bedienungshebel und Knöpfe möglichst nahe der spielenden Hand, also z. B. direkt unter der Tastatur angeordnet werden. Auch durch Pedale können die die Klangfarbe beeinflussenden Mittel bedient werden.

Digitized by Google

VI. Wiedergabe und Verstärkung der elektrischen Schwingungen.

In der ersten Zeit wurden für die akustische Wiedergabe meist abgestimmte Resonatoren, u. zw. hauptsächlich die über den Resonanzboden gespannten Saiten von Klavieren verwendet. Diese Art der Wiedergabe sowie die mit elektrischem Lichtbogen oder der hochfrequenten Strahlspule haben aber nie Bedeutung gewonnen.

In neuerer Zeit werden für die akustische Wiedergabe ausschließlich Lautsprecher meist in Verbindung mit Verstärkern verwendet. Das von ihnen zu übertragende Frequenzband erstreckt sich normalerweise vom Subkontra A mit 27,19 Hz bis zu etwa 10 000 Hz, da Obertöne bis in dieses Gebiet reichen; die gleichen Anforderungen müssen natürlich auch an die Verstärker gestellt werden. Noch wichtiger aber ist die Vermeidung von nichtlinearen Verzerrungen, die sich besonders bei mehrstimmigen Instrumenten wegen der dort auftretenden meist unharmonischen Kombinationstöne besonders störend bemerkbar machen. Bei mehrstimmigen Instrumenten muß man deshalb in viel höherem Maße auf Vermeidung von nichtlinearen Verzerrungen achten als bei einstimmigen Instrumenten. Aus diesem Grunde werden meist Gegentaktverstärker verwendet. Weitere Möglichkeiten zur Unterdrückung der störenden Kombinationstöne ergeben sich durch Unterteilung des gesamten Frequenzbandes und getrennte Übertragung. So kann entweder für alle Töne, welche gleichzeitig angeschlagen werden, je ein besonderer Verstärker und Lautsprecher vorgesehen werden, oder es können nur die im Oktavenverhältnis stehenden Töne gemeinsam übertragen werden, so daß nur harmonische und deshalb weniger störende Kombinationstöne auftreten. Endlich kann man noch jeweils nur Bereiche bis zu einer Oktave gemeinsam verstärken, da dann durch Siebketten die störenden Kombinationstöne ferngehalten werden können. Um noch einen Anhaltspunkt für die benötigte Verstärkerleistung zu geben, sei auf eine Arbeit von Fletcher[10] hingewiesen, in der nach Messungen von Sivian, Dunn, White die Spitzenwerte der akustischen Leistung der einzelnen Instrumente angegeben sind. Bei einer Orgel beträgt diese 13 W, bei einem Klavier 0,4 W, beim Baßsaxophon 0,3 W, bei der Baßgeige 0,16 W.

VII. Aufgaben der elektrischen Musikinstrumente.

Wir haben gesehen, daß die musikalischen Töne durch ihre Lautstärke, Tonhöhe und Klangfarbe bestimmt sind. Aufgabe der elektrischen Musikinstrumente ist es, die musikalischen Töne nach diesen drei Größen hin weitgehend, u. zw. wenn möglich stetig zu verändern. Dabei kommt es aber weniger darauf an, die Töne der bekannten akustischen Instrumente bis ins kleinste nachzuahmen, sondern mehr darauf, bestehende Lücken auszufüllen und neue Aufgaben zu lösen, z. B. bei festgehaltener Tonhöhe und Lautstärke die Klangfarbe zu verändern (dreidimensionales Spielen).

Ein Bedürfnis nach einer Erweiterung des verfügbaren Lautstärkeumfanges dürfte, von einigen sehr leisen Instrumenten abgesehen, weniger nach größeren als nach kleineren Lautstärken hin bestehen, da bei vielen akustischen Instrumenten gerade ein sauberes Pianissimo-Spiel außerordentlich schwer, z. T. überhaupt unmöglich ist. Ich erinnere hierbei nur an unsere Blasinstrumente. In dieser Richtung sind den elektrischen Musikinstrumenten keine Grenzen gesetzt. Auch nach größeren Lautstärken hin sind die elektrischen Instrumente lediglich durch die zur Verfügung stehende Verstärkerleistung, die nur eine Kostenfrage ist, begrenzt.

In bezug auf Tonhöhenumfang sind fast alle elektrischen Musikinstrumente den meisten akustischen Instrumenten überlegen. Dazu kommt als weiterer Vorteil die leichte Umschaltbarkeit für verschiedene Frequenzbereiche. Selbstverständlich können mit elektrischen Musikinstrumenten auch von der temperierten Stimmung abweichende beliebige Kleinintervalle, insbesondere auch die „reinen" Intervalle, u. zw. mit beliebiger Genauigkeit gespielt werden. Die Verwendung der elektrischen Musikinstrumente für die Kleinintervallmusik wird besonders von Mager angestrebt.

Der Hauptvorteil der elektrischen Musikinstrumente ist aber die große Variationsfähigkeit der Klangfarbe, die es ermöglicht, nicht nur bekannte Klangfarben nachzuahmen, sondern auch neue zu schaffen. Besonderer Wert ist dabei auf die rasche und, soweit möglich, stetige Klangfarbenänderung zu legen. Diese Vielseitigkeit bringt auch eine Vereinfachung der Bedienung mit sich, da es genügt, sich mit einem Instrument vertraut zu machen, während man bisher eine große Anzahl voneinander erheblich abweichender Spielweisen beherrschen mußte. Aber nicht nur zur Erzeugung musikalischer Töne, sondern auch zur Erzeugung von Glockentönen und Geräuschen eignen sich die elektrischen Musikinstrumente[11], weshalb sie auch mit Vorteil im Theater oder Tonfilm eingesetzt werden können.

Die Lösung aller dieser Aufgaben ist mit den im einzelnen besprochenen Vorrichtungen und Mitteln möglich und vor allem für die Entwicklung einstimmiger Instrumente als ein gewisser Ersatz für den Mangel der Einstimmigkeit wichtig.

Eine weitere Aufgabe für die mehrstimmigen elektrischen Musikinstrumente, bei denen für jeden Ton ein Generator vorhanden ist, könnte man in der Schaffung ganzer Musikanlagen sehen. Von einem einzigen Satz von z. B. umlaufenden magnetelektrischen Generatoren aus kann eine ganze Reihe Spieltische, die jeder für sich mit zusätzlichen Mitteln zur Beeinflussung der Klangfarbe und Lautstärke versehen sind, gespeist werden. Alle diese Instrumente können dann an verschiedenen Orten oder zusammen ohne jede gegenseitige Beeinflussung unabhängig voneinander gespielt werden. Derartige orgelähnliche aber bedeutend vielseitigere elektrische Anlagen dürften sicher mit den normalen Pfeifenorgeln konkurrieren können.

Einen weiteren Anreiz zur Anschaffung eines elektrischen Musikinstrumentes können bereits vorhandene Verstärker- und Lautsprecheranlagen geben. Zum Anschluß an den normalen Rundfunkverstärker werden sich allerdings nur einstimmige Instrumente eignen, da die mehrstimmigen zu hohe Anforderungen an die Verzerrungsfreiheit und Leistung der Verstärker stellen. An die größeren Verstärkeranlagen, wie sie z. B. im Kino, Theater usw. aufgestellt sind, können aber auch mehrstimmige angeschlossen werden.

Diese Vielseitigkeit der elektrischen Musikinstrumente hat das meiste zu ihrer Entwicklung in den letzten Jahren beigetragen. Dabei lassen sich deutlich zwei Entwicklungsrichtungen unterscheiden, die eine mit dem Ziel, ein möglichst universelles einstimmiges Instrument zu bauen, die zweite, mehrstimmige Instrumente zu konstruieren, die möglichst nicht nur in der Qualität und Verwendbarkeit, sondern auch im Preis mit akustischen mehrstimmigen Instrumenten, also vor allem dem Flügel und der Pfeifenorgel konkurrieren können.

Von den ausgeführten einstimmigen Instrumenten sind die mit Tastatur und Spielkurbel spielbaren Instrumente von Mager, dann das Spielkurbelinstrument von Betrand, weiterhin die Instrumente von Martenot und Theremin und endlich die mit Saitenmanualen versehenen Instrumente von Helberger-Lertes und Trautwein zu nennen. Helberger-Lertes und Mager haben mehrere einstimmige Instrumente derart gedrängt zusammengebaut, daß sie auch mit einer Hand gleichzeitig gespielt werden können, und damit eine Vier- bzw. sogar Fünfstimmigkeit erreicht. Als eines der ersten mehrstimmigen Instrumente ist das von Cahill[12] mit rotierenden magnetischen Generatoren ausgerüstete zu bezeichnen, mit welchem er bereits 1906 ein Konzert gab. Da Cahill damals weder über Verstärker noch hochwertige Lautsprecher verfügte, mußten seine Generatoren eine recht beachtliche Leistung erzeugen. Sein Instrument glich daher mehr einer Maschinenanlage und wog nicht weniger als 200 t. Ebenfalls mit umlaufenden magnetischen Generatoren arbeitet Lenk, mit umlaufenden lichtelektrischen Generatoren Spielmann. Abklingende Saitenschwingungen benutzen v. Dreger, Hillers, Nernst und Vierling für ihre Instrumente. Endlich ist noch die Thyratronorgel der G. E. C. zu erwähnen, welche in Kinos in Verbindung mit Tonfilmverstärkern benutzt wurde, und dann die Elektronenorgel von Couplex-Givelet, die in einer Kirche Aufstellung gefunden hat[13].

[10] H. Fletcher, J. Franklin Inst. 1923, S. 295.

[11] So wurde z. B. das Instrument von Mager zur Erzeugung von Glockentönen bei den diesjährigen Bayreuther Festspielen, der Siemens-Bechstein-Nernst-Flügel in Berlin bei einer Aufführung Hauptmanns „Die versunkene Glocke" zur musikalischen Untermalung mit Erfolg eingesetzt. Weiterhin wurden in dem Film „Stürme über dem Montblanc" die Flugzeuggeräusche mit dem Trautonium auf die einfachste Weise erzeugt.

[12] ETZ 1906, S. 858 u. 1026.

[13] ETZ 1933, S. 402.

Digitized by Google

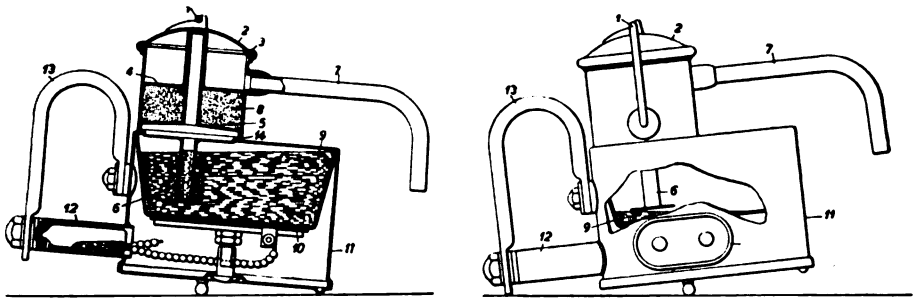
RUNDSCHAU.

Heizung. Öfen.

Selbstschaltende Expreß-Kaffeemaschine[1]. — Abb. 1 zeigt eine neue Expreß-Kaffeemaschine, „Blitz" genannt, die sich selbsttätig ausschaltet, sobald der Kaffee ausgeflossen ist. Sie vermeidet also die Gefahr von Durchbrennen, den unnötigen Stromverbrauch und die Sorge für die Maschine. Wenn die Maschine mit genügender Menge Wasser gefüllt ist, hat sie zwei Gleichgewichtstellungen, nämlich die Einschaltstellung (Abb. 1) und die Ausschaltstellung (Abb. 2). Die Maschine kann je nach Belieben durch Heben oder Niederdrücken des Griffes in die Ein- oder Ausschaltstellung gebracht werden, was außerordentlich bequem ist. Ist in der Maschine nur wenig Wasser zurückgeblieben, weil der fertige Kaffee ausgeflossen ist, so kippt die Maschine selbsttätig in die Ausschaltstellung und kann nur in dieser Stellung bleiben. Da die Maschine mit Dampfdruck arbeitet, wird wie bekannt auch eine bedeutende Kaffeeersparnis erreicht. Ein anderer wichtiger, großer Vorteil der Maschine ist die kurze Zeit für die Zubereitung. In 4 min sind 1···3 Mokkatassen fertig, und die Maschine ist ausgeschaltet, während sonst wohl 20 ··· 30 min erforderlich sind. Die Maschine wird auch in einer nichtselbsttätigen Ausführung hergestellt, die die billigste Expreß-Kaffeemaschine auf dem Markt sein dürfte.

Die Maschine ist in allen Kulturstaaten patentiert.

Sb.



Maschine eingeschaltet — Maschine ausgeschaltet

1 Bügel	*4* oberes Sieb	*7* Ausflußrohr	*10* Element
2 Deckel	*5* unteres Sieb	*8* Kaffee	*11* Rumpf
3 Gummiring	*6* Steigrohr	*9* Wasserbehälter	*12* Quecksilberschalter

Abb. 1 u. 2. Selbstschaltende Edmari-Expreß-Kaffeemaschine.

Beleuchtung.

Selbsttätige Schaltvorgänge an Leuchtröhren ohne bewegliche Schaltteile. — Die elektrischen Eigenschaften der Gasentladung lassen sich in einfacher Weise zur Erzielung verschiedener Schaltwirkungen heranziehen. Der besondere Vorzug liegt darin, daß dazu keinerlei der mechanischen Abnutzung oder dem Witterungsangriff ausgesetzte Schaltteile erforderlich sind. Man erreicht z. B. das selbsttätige Einschalten einer Ersatzröhre, indem man einer Leuchtröhre eine zweite gleichartige parallel schaltet, so daß beide zusammen in Reihe mit dem Vorschaltwiderstand bzw. der Drossel liegen. Beim Einschalten des Stromkreises zündet von den beiden Röhren nur diejenige mit der zufällig oder absichtlich etwas geringeren Zündspannung. Die andere Röhre kommt nicht zum Ansprechen, weil im Augenblick der Zündung die an den Röhren liegende Spannung zusammenbricht und auf die bedeutend niedrigere Brennspannung fällt. Sobald aber die erste Röhre versagt, z. B. infolge Ablaufs der Lebensdauer, gelangt die volle Netzspannung an die zweite Röhre und diese kommt selbsttätig in Betrieb.

Bei Metalldampf-Hochdruckröhren[2] bricht nach dem Zünden die Röhrenspannung zunächst auch auf einen geringen Wert zusammen, steigt aber mit zunehmender Verdampfung des Metalls in der Röhre auf höhere Werte an. Man kann die Röhren so bemessen, daß dieser Spannungsanstieg die Zündspannung überschreitet, und man hat damit die Möglichkeit, selbsttätigen Lichtwechsel zu erzielen durch Parallelschalten solcher Röhren mit gleichartigen oder anderen.

Die negative Strom-Spannungs-Charakteristik der Gasentladungen läßt sich auch zur Erzeugung von Blinklicht ausnutzen, indem langsame Kippschwingungen hervorgerufen werden. Das Einsetzen der einzelnen Entladungen erfolgt jedesmal, wenn beim Aufladen eines Kondensators die Zündspannung der Röhre erreicht ist. Die Entladungen dauern jeweils so lange, bis die Kondensatorspannung unter die Löschspannung gesunken ist. (G. Greeff, Licht Bd. 3, S. 6.) *Sb.*

Hochspannungstechnik.

Beobachtungen über den Durchschlag von Isolierölen. — Im Laufe einer Untersuchung über den Durchschlag von Paraffinöl und Hexan[1] wurden auch einige Beobachtungen bei der Anordnung: scharfe Spitze gegen gerundete Elektrode gemacht, welche im folgenden zusammengestellt sind:

1. Bei Elektrodenanordnungen nadelscharfe Spitze gegen gerundete Elektrode und Abständen von 5 ··· 20 mm hängt der Durchschlag stark von der Feldverteilung in der Umgebung des Prüfgerätes ab.

2. Bei Elektrodenanordnungen mit einer nadelscharfen Elektrode und Abständen von 5 ··· 20 mm ist bei Spannungen verschiedener Kurvenform der Durchschlag durch den Scheitelwert der Spannung bedingt. Der geringfügige Einfluß des Effektivwertes, welcher sich bei der Bildung von Mittelwerten ergibt, ist um so geringer, je geringer die Streuung ist[2].

3. Bei Elektrodenanordnungen mit einer nadelscharfen Spitze ist in dem untersuchten Bereiche von 5 ... 20 mm Abstand die Durchschlagspannung bei entlüftetem Öl vom Druck unabhängig (11 ... 760 mm), während bei mit gelöster Luft gesättigtem oder übersättigtem Öl ein Einfluß des Drucks vorhanden ist. Das Öl verhält sich also bei diesen Elektrodenanordnungen, bei denen vor dem Durchschlag an der Spitze Büschelentladungen auftreten, ähnlich wie bei Elektroden mit großen Krümmungsradien und kleinem Abstand. Es liegt nahe zu vermuten, daß die gelöste Luft in beiden Fällen in gleicher (noch nicht ganz aufgeklärter) Weise das Zustandekommen des Durchschlags beeinflußt.

4. Bei nadelscharfer Spitze und Abständen größer als 5 mm traten vor dem Durchschlag an der Spitze bei einer Spannung, welche von der Natur des untersuchten Öles, nicht aber vom Druck, Luftgehalt oder Reinheitsgrad des Öles abhängt, Büschelentladungen auf. Bei geeignetem Krümmungsradius erscheinen an der gerundeten Elektrode bei einer einige Prozente unter der Durchschlagspannung liegenden Spannung hell leuchtende Funkenansätze, in denen eine Raumladung abzufließen scheint, welche sich vor der stumpfen Elektrode ansammelt.

5. Bei Elektrodenanordnungen mit einer nadelscharfen Spitze und Abständen von 5 ... 20 mm wandert ebenso wie bei Elektroden kleiner Krümmung und kleinen Abständen die im Öl gelöste Luft unter dem Einfluß des elektrischen Feldes an die Elektroden und fällt hier zum Teil (wenn das Öl mit Luft gesättigt oder übersättigt ist) vor dem Durchschlag, zum Teil nach einem jeden Durchschlag (nur vor der stumpfen Elektrode) aus. (F. Koppelmann, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 3, S. 135.)

[1] Erfinder: Dr.-Ing. Ed. M. Ricci del Riccio; Hersteller: Baer & Stein AG., Hohenlohebrücke, Berlin O 17.

[2] Vgl. M. Pirani, ETZ 1932, S. 1001.

[1] Naturwiss. Bd. 18, S. 333 (1930); ETZ 1930, S. 1457; 1931, S. 1413. Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 779 (1931).

[2] Dieser Befund stützt die Auffassung [Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 779 (1931)], daß auch bei Elektroden größerer Krümmung und kleinen Abständen (1 ··· 2 mm) der gefundene geringe Einfluß des Effektivwertes auf den Durchschlag mit der Streuung zusammenhängt und daß ihm nicht eine tiefere Bedeutung zukommt, wie er sie z. B. haben müßte, wenn dem Durchschlag ein Wärmevorgang zugrunde läge (vgl. Edler, ETZ 1931, S. 654).

Digitized by Google

Meßgeräte und Meßverfahren.

Messung des Staubgehaltes in Hochofengas. — Ein von A. W. Simon in New York gehaltener Vortrag behandelte die Messung des Staubgehaltes von Hochofengas auf optischem Wege. Das verwendete Verfahren arbeitet in der Weise, daß von einer Strahlungsquelle ein Lichtstrahl durch das Gas geschickt wird und auf ein Thermoelement trifft, das einen Strom erzeugt, dessen Stärke mit steigendem Staubgehalt, also mit steigender Absorption der Strahlung durch das Gas abnimmt (Abb. 3). Ein

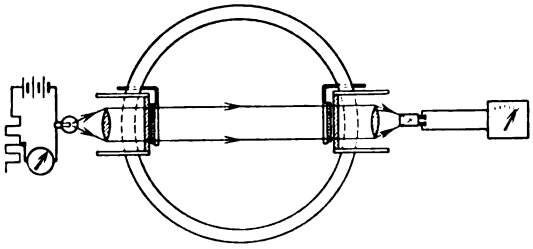
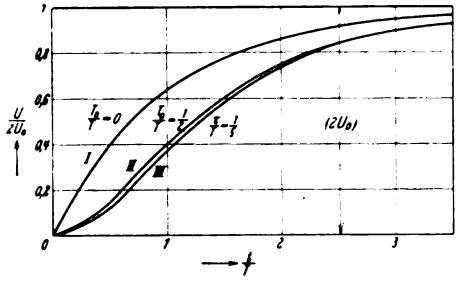


Abb. 3. Staubbestimmungsgerät nach Simon.

angeschlossenes Registrierinstrument vermag den Staubgehalt beispielsweise vor und nach der Reinigung laufend aufzuzeichnen. Es wird in diesem Bericht mit Recht auf die erheblichen Mängel eines solchen Meßverfahrens hingewiesen, das in seinen Angaben nicht nur von der Feinheit des Staubes, sondern auch von der Farbe abhängig ist, die mit jeder Gicht verschieden sein kann. Trotzdem hat das Verfahren gegenüber der Wägungsmethode den Vorteil, daß es in den Apparaten und im Betrieb sehr einfach ist. Es empfiehlt sich vor allem für Betriebe, bei denen mit gleichbleibenden Staubeigenschaften gerechnet werden kann, z. B. Zementwerke usw. (Fr. Lüth, Stahl u. Eisen Bd. 50, S. 1789.) *Kth.*

Verzerrungen im Kathodenoszillographen bei hohen Meßgeschwindigkeiten. — Bei der Wiedergabe elektrischer Vorgänge durch den Kathodenoszillographen treten im Bereich höchster Meßgeschwindigkeit verschiedene Meßfehler auf. In erster Linie rühren diese von der Eigenkapazität des Meßkreises her, dessen Zeitkonstante T_0 diesen Fehler bestimmt. Ferner bedingt die endliche Laufzeit des Strahls im Ablenksystem weitere Verzerrungen. Ausgehend von der Bewegungsgleichung für das Elektron wird für einfache Wellenfronten (Rechteck-, Schräg- und Exponentialwelle) und für harmonische Vorgänge der durch den Oszillographen wiedergegebene Spannungsverlauf berechnet. Die verschiedenen Verzerrungstadien einer oszillographierten Exponentialwelle (Zeitkonstante der Wellenfront $T = 5 \cdot 10^{-9}$ s) zeigt Abb. 4, wobei die Kon-



I unverzerrt *II* verzerrt durch Ablenkplattenkapazität
III weiter verzerrt durch endliche Laufzeit

Abb. 4. Verzerrungstadium der Welle.

stanten eines neuzeitlichen Oszillographen (Zeitkonstante des Meßkreises $T_0 = 2{,}5 \cdot 10^{-9}$ s, Laufzeit der Elektronen durchs Ablenkfeld $\tau = 5 \cdot 10^{-10}$ s) zugrunde gelegt sind. Die Verzerrung durch die Laufzeit des Strahls ist um etwa eine Größenordnung geringer als die durch die Kapazität des Meßkreises hervorgerufene. Das Ablenksystem muß nach den zulässigen Meßfehlern bemessen werden. An Hand eines Diagrammes wird der Zusammenhang zwischen Strahlgeschwindigkeit, Ablenkplattenlänge, Ablenkempfindlichkeit und größter bei gegebenem Fehler erreichbarer Meßfrequenz dargestellt. (H. Klemperer u. O. Wolff, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 7, S. 495.)

Fernmeldetechnik.

Selbstanschlußamt Hildesheim 25 Jahre im Betrieb. — Am 10. VII. d. J. sind genau 25 Jahre verflossen seit der Inbetriebnahme des ersten öffentlichen Selbstanschlußamtes Hildesheim[1], das zugleich mit deutschem Material und von deutschen Firmen gebaut wurde. Ein nicht zufriedenstellendes Arbeiten dieses Amtes hätte voraussichtlich die Entwicklung und Ausbreitung der selbsttätigen Telephonie in Deutschland um mehrere Jahre zurückgeworfen. Glücklicherweise trat dieser Fall nicht ein, obwohl hohe Gefahr bestand. Zu dieser entscheidenden Inbetriebnahme schrieb der damalige Montageleiter des Amtes und jetzige Direktor der Siemens & Halske AG., Georg Frübing: „Zur Inbetriebnahme am 10. Juli war Herr Kruckow aus Berlin erschienen und übernahm die Organisation der Umschaltarbeiten seitens der Verwaltung. Erwartungsvoll sahen wir nach der Umschaltnacht dem ersten Betriebstag entgegen und merkten bald, daß noch verschiedene Mängel vorhanden waren. Als Hauptmangel erkannten wir, daß die Gesprächsbelastung der 100er-Gruppen so verschieden war, daß die vorhandenen Leitungswähler nicht ausreichten. Die erste 100er-Gruppe war mit Starksprechern so überlastet, daß ein Verkehr in diese Gruppe hinein so gut wie unmöglich war. Die Sachlage war äußerst kritisch, das Amtspersonal erklärte resigniert, die Sache komme niemals richtig in Gang, die Teilnehmer stürmten das Amt und verlangten ihre Verbindungen, und das Fernsprechamt war entschlossen, in der kommenden Nacht zum manuellen Betrieb zurückzuschalten, da es die Verantwortung nicht weiter tragen wolle. In dieser verzweifelten Situation wurde Kriegsrat gehalten, wobei Herr Kruckow energisch den Standpunkt vertrat: Ein Zurückschalten gibt es nicht, da dann die Selbstanschlußsache einen gewaltigen Rückschlag erhalte. Also durchhalten, koste es, was es wolle, war die Parole, und damit ein Zurückschalten unmöglich sei, wurden nachts die Verbindungskabel abgeschnitten. Mit dem geringen, schon erschöpften Personal wurden nachts die Prozentzahlen der Leitungswähler in den beiden stärksten 100er-Gruppen verdoppelt mit dem Erfolg, daß der kommende Betriebsmontag einen ziemlich regulären Betrieb brachte. Die Schlacht war geschlagen, und nach 50stündiger, ununterbrochener Tätigkeit sanken wir todmüde, aber zufrieden auf unser Lager. Der Selbstanschlußbetrieb hatte seine Feuerprobe bestanden, und seiner weiteren Einführung in Deutschland stand nichts im Wege."

Nach diesem ersten Erfolge konnte die Entwicklung der Selbstanschlußtechnik in Deutschland mit Riesenschritten vorwärtsschreiten. Heute ist das Bestreben der Deutschen Reichspost, ihr gesamtes Fernsprechnetz zu automatisieren, bereits so weit gediehen, daß über 67 % der Fernsprechhauptanschlüsse mit selbsttätiger Vermittlung arbeiten. Damit steht die Deutsche Reichspost heute an der Spitze aller großen staatlichen Verwaltungen, die sich die selbsttätige Fernsprechvermittlung mit ihren erheblichen Vorteilen für Verwaltung und Teilnehmer dienstbar gemacht haben. *Kdn.*

Ausbreitung der ultrakurzen Wellen. — Im Funkwesen zieht man nach und nach immer kürzere Wellen zur Übertragung heran, nach den „Kurzwellen" die „Ultrakurzwellen" und „Mikrowellen". Bei diesen Wellen liegen noch zahlreiche offene Probleme vor, besonders im Zusammenhang mit den Ausbreitungsverhältnissen. Zu ihrer wirklichen Lösung muß die Ausbreitung nicht nur qualitativ, wie meistens bisher, sondern auch quantitativ untersucht werden. Von diesem Gesichtspunkt ausgehend haben Schelleng, Burrows und Ferrel umfangreiche Feldstärkemessungen auf Ultrakurzwellen im Bereich von 17 000 ··· 80 000 kHz (17 ··· 3,7 m) und bis 100 km Entfernung angestellt. Die Meßmethode ist bemerkenswert durch die Verwendung eines kleinen tragbaren „Standard"-Hilfssenders. Es wurde die Ausbreitung über Wasser und über Land untersucht. Die eine Landstrecke war sehr flach, die andere ziemlich hügelig. Danach nimmt die Feldstärke sowohl über Wasser als auch über ebenem Land etwa umgekehrt proportional mit dem Quadrat der Entfernung ab, nicht wie im freien Raum umgekehrt mit der Entfernung. Die Zunahme der Feldstärke mit der Höhe des Empfängers über dem Boden ist für kürzere Wellen größer als für längere. Die Schwankungen der Feldstärke sind im allgemeinen gering. Die Heaviside-Schicht kann zu ihrer Erklärung nicht herangezogen werden, wohl aber sind nach Ansicht der Verfasser als Ursache Reflexionen an Wolken nicht ausgeschlossen.

[1] Vgl. ETZ 1909, S. 145, 182, 208.

Digitized by Google

Im theoretischen Teil der Arbeit wird gezeigt, daß selbst bei verhältnismäßig rauher und unregelmäßiger Erdoberfläche, wie z. B. hügeligem Land, ultrakurze Wellen unter den praktisch vorliegenden Verhältnissen regulär reflektiert werden. Die Beugung wird genau wie in der Optik erfaßt. Die Brechung in der Atmosphäre hat eine zur Erde hin gekrümmte Bahn zur Folge. Man kann das bei der Berechnung der Ausbreitung dadurch berücksichtigen, daß man die Ausbreitung als geradlinig annimmt und mit einem größeren Erdradius rechnet, als er in Wirklichkeit ist, schätzungsweise 8500 km anstatt 6370 km. Das Vorhandensein einer wohldefinierten Reflexion an der Wasseroberfläche auf einem optischen Übertragungsweg wurde dadurch bestätigt, daß die gemessene Feldstärke in Abhängigkeit vom Erhebungswinkel des Strahles Sender—Empfänger für die erwarteten Winkel ein Minimum bzw. Maximum zeigte. Für einen bestimmten optischen Übertragungsweg gibt es wegen der Reflexion an der Erdoberfläche optimale Wellenlängen, d. h. Wellen von bestimmter Länge, für die die Feldstärke am Empfangsort ein Maximum ist, das noch über dem ohne Reflexion zu erwartenden Wert liegt. Die Tatsache, daß die Messungen nahe der Erdoberfläche eine Abnahme der Feldstärke angenähert umgekehrt proportional mit dem Quadrat der Entfernung und eine Zunahme direkt proportional mit dem Quadrat der Höhe ergeben, läßt sich zwanglos mit Hilfe totaler Reflexion an der Erdoberfläche erklären. Demnach trifft die weitverbreitete Ansicht nicht den Kern, daß die schlechteren Ausbreitungsverhältnisse ultrakurzer Wellen auf die Schattenbildung an Hindernissen zurückzuführen seien. Wahrscheinlich spielt in den meisten Fällen die Reflexion am Boden eine viel größere Rolle. Auf einem nicht-optischen Übertragungswege hatten die Messungen ergeben, daß die Dämpfung für längere Wellen größer als für kürzere Wellen war, während nach unseren Vorstellungen von Absorption und Beugung das Gegenteil zu erwarten war. Die Erklärung wurde darin gefunden, daß nicht nur der Übertragungsweg mit einmaliger Beugung allein, sondern auch die Wege mit Beugung und ein- und zweifacher Reflexion berücksichtigt werden müssen. Demnach sollte es auch für nicht-optische Wege optimale Frequenzen geben, die aber ganz von der Topographie des Weges abhängen. Hierfür fehlt allerdings noch die experimentelle Bestätigung. (J. C. Schelleng, C. R. Burrows und E. B. Ferrel, Bell Syst. Techn. J., April 1933, S. 125.) *H. Bkm.*

Elektrische Antriebe.

Elektrisches Rührwerk für Milch. — Die Erfahrung hat ergeben, daß Milch, bevor sie zum Versand in Flaschen gefüllt wird, wenigstens alle 10 min gut durcheinandergerührt werden muß, um die Abscheidung von Sahne zu verhindern. Abb. 5 zeigt eine von einem Motor angetriebene Schnecke, die zu diesem Zweck vertikal oder schräg in den Milchbehälter gesenkt wird. Der Motor kann an einem Ständer befestigt, an einer Laufschiene aufgehängt oder direkt am Milchbottich befestigt werden. Die mit der Milch in Berührung kommende Schnecke und Welle müssen aus demselben Metall wie der Bottich gefertigt sein. Hergestellt wird der Apparat von der Firma Ziehl-Abegg, Berlin-Weißensee. *Ka.*

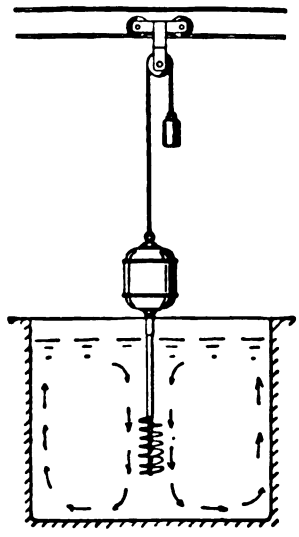


Abb. 5. Elektrisch betriebenes Rührwerk für Milch.

Verschiedenes.

Apparat für die Entdeckung von Fehlern in Schienen. — Neben einem die Gleise befahrenden Sperryschen Schienenfehlerentdecker[1] hat die Pennsylvania Railroad in ihrer großen Schienensägeanlage in Verona, in der nahezu alle Wiederinstandsetzungen von abgenutzten Schienen für das Zentralnetz ausgeführt werden, eine ortsfeste Fehlerentdeckungsanlage in Betrieb. Zwei Schienen werden jeweils gleichzeitig auf gut geschmierten Gleitbahnen mit den Köpfen nach aufwärts für die Prüfung hergerichtet. Unmittelbar über der Prüfungstelle befinden sich die Kontaktschienenklammern, welche durch Gegengewichte derart beschwert sind, daß sie sich, wenn sie nicht gebraucht werden, selbsttätig ein gewisses Stück in die Höhe bewegen. Insgesamt sind vier Schienenklammern vorhanden, von denen je zwei an den entgegengesetzten Enden der beiden Schienen befestigt werden. Die Klammern sind mit Handgriffen, Kontaktspitzen und Kolben versehen, welch letztere durch Druckluft von 6 ··· 8,8 kg/cm² betätigt werden und die Klammern fest an die Schienen pressen. Wegen der durch den Stromwiderstand an den Kontaktstellen bedingten Erhitzung wird mit Hilfe von Gummischläuchen durch die hohlen Gußstücke, aus denen der Körper der Klammern besteht, ein kleiner Kühlwasserstrom geleitet. Die eigentliche Detektorvorrichtung besteht aus einem kleinen Schlitten, der mit der Hand über die Schienenköpfe geschoben wird. Der Schlitten enthält Spulen für die Entdeckung etwaiger Veränderungen der Intensität oder Richtung des magnetischen Flusses und ist auf vier isolierten Läufern montiert. Mit der Vorrichtung können dieselben Mängel wie mit dem fahrbaren Detektorapparat, also u. a. Risse, Hohlräume, Gaseinschlüsse, zertrümmerte Stellen sowie Beschädigungen der Oberfläche durch Hammerschläge usw., entdeckt werden. Durch derartige Schienenfehler wird ein Induktionsstrom erzeugt, der nach entsprechender Verstärkung zum Schlitten zurückgeleitet wird und eine auf letzterem angebrachte kleine Neonlampe von 125 V und ½ W mehr oder weniger stark aufflammen läßt. Alle zu dem Detektor führenden Drähte sind an einer Trolley-Vorrichtung aufgehängt, damit sie die freie Bewegung des Schlittens nicht behindern. Ebenso werden auch die Kraftkabel der Schienenklammern von oben her zugeführt. Eine an den Prüfungsraum anstoßende Zelle beherbergt einen Instrumententisch mit Verstärkern, Relais, Schaltern usw. sowie auch die für die Verstärkung benutzten Akkumulatorbatterien. Der den für den Schienenstromkreis erforderlichen Strom von 2000 A und 12 V liefernde Motorgenerator ist in einem kleinen Schuppen, der Kompressor im Prüfungsraum selbst untergebracht.

Die Prüfung selbst erfolgt in der Weise, daß zwei Helfer an den Enden der Schienen die Kontaktklammern herunterziehen und sie über den Schienenköpfen befestigen. Ein an der Wand angebrachter Strommesser zeigt den Stromdurchgang an. Geht nicht der volle Strom hindurch, so ist dies ein Zeichen schlechten elektrischen Kontakts, ein Mangel, dem durch einfaches Rütteln an den Klammern abgeholfen werden kann. Der Bediener des Detektors bewegt sodann den Schlitten in gleichmäßigem Schrittempo die eine Schiene entlang und dann auf der zweiten Schiene wieder zur Ausgangstelle zurück. Jede Stelle, an der die Neonlampe aufglüht, wird auf Einkerbungen, rauhe Stellen und ähnliche Mängel hin geprüft. Stellen sich solche heraus und sind sie nicht besonders schlimm, so werden sie nicht weiter beachtet, während ein durch die Lampe angezeigter innerer Defekt die Schiene als verdächtig erscheinen läßt. Letztere wird dann später mit einem Galvanometer noch eingehender nachgeprüft. Die Untersuchung von zwei Schienen nimmt durchschnittlich nur 30 ··· 40 s in Anspruch. Der Apparat hat sich dabei bis jetzt als durchaus verlässig erwiesen. (Railway Engg. and Maintenance Bd. 26, S. 555.) *R. Me.*

12. Technische Tagung des Deutschen Braunkohlen-Industrie-Vereins. — Die Tagung fand am 7. und 8. IV. d. J. zu Berlin statt. Der Vorsitzende Dr. Piatscheck wies auf den bei Stein- und Braunkohle im Jahre 1932 ziemlich gleichen Rückgang hin, der gegen das Jahr 1928 bei der Steinkohle 70 %, bei der mitteldeutschen Braunkohle 72 % beträgt. Die Förderung in Mitteldeutschland ist 1932 gegen 1931 von 88,8 Mill t auf 81,4 Mill t, also um 8,4 %, die Briketterzeugung von 22,5 Mill t auf 20,7 Mill t, also um 8 % gesunken. Außer einem rein bergbaulich-geologischen Vortrag von Dr. Röpke, Halle, sprachen am 7. IV. Dr.-Ing. Gold, Senftenberg, über „Kabelbagger" und Dr.-Ing. Bohnstedt, Berlin, über „Anwendung und Wirtschaftlichkeit von Hilfsgeräten" im Braunkohlentagebau. Die Kabelbagger wurden vielfach verbessert, so daß sie heute bei ihrer Vielseitigkeit und Anpassungsfähigkeit an die Abbauverhältnisse gute Dienste leisten und in Tagebauen mit kleinerer und mittlerer Abraumleistung und Kohlenförderung wesentliche Vorteile gegenüber Abraumförderbrücken haben. Die Verbesserungen beziehen sich vor allem auf die Einrichtungen

[1] Vgl. ETZ 1930, S. 517.

Digitized by Google

zum Schürfen und Katzfahren, auf die Entleerung, auf die Hubwinde zum Heben und Senken der Tragseile und auf die Konstruktion der Raupen. Katze und Klappkübel sind leicht gebaut und ermöglichen bei früherem Gewicht einen Fassungsraum von bis zu 10 m³. Der neue Trommelantrieb verringert die elektrischen Stromkosten. Die Regelung ist einfach und verlustlos, ermöglicht sanftes Anfahren und Bremsen bei verringerten Reparaturkosten. Auf der Grube Frielendorf ist ein Kabelbagger mit der bisher größten Spannweite von 420 m und 60 m Schürftiefe in Betrieb.

Am 8. IV. sprachen Dr.-Ing. Mayer, Welzow, über „Neuzeitliche Entstaubungsanlagen in Braunkohlenbrikettfabriken" und Dr.-Ing. Winkler, Freiberg (Sa.), über die „Klassierungstechnik in den Naßdiensten dieser". In den drei großen Braunkohlengebieten Mitteldeutschlands sind bereits über 50 % der installierten Röhrentrocknerleistung und etwa 28 % der installierten Tellerofenleistung mit Elektrofiltern ausgerüstet. Bei Röhrentrocknern sind Entstaubungsgrade von über 99 % bei einem Reingas-Staubgehalt von 0,03 g/m³ gemessen worden. Die Elektrofilter wurden durch grundlegende Änderungen verbessert, die Verweilzeit der Brüden wurde verringert, die Brüden werden abgekühlt, ihre Zuführung ist verbessert, der aufsteigende Brüden kommt bei der neuen Hochleistungs-Elektrode (Fangraum-Elektrode) mit dem von der Elektrode abfallenden Staub nicht in Berührung, Kondensationserscheinungen werden vermieden, Klopfeinrichtungen vorgesehen. Sehr gute Entstaubungsgrade von 97 % bei einem Reingas-Staubgehalt von 0,08 g/m³ werden auch bei dem neuen Schlammumwälzverfahren erreicht. Weitere Schlot-Entstaubungsysteme wurden angeführt, deren Entstaubungsgrade wohl hoch liegen, aber doch die vorstehenden nicht erreichen. Bei der elektrostatischen Brüdenreinigung sind die Anlagekosten am höchsten, die Betriebskosten am niedrigsten. Beim Schlammumwälzverfahren liegen die Verhältnisse umgekehrt. Für eine Brikettfabrik von 1000 t täglicher Leistung liegen die Entstaubungskosten je nach den gewählten Verfahren zwischen 26 ··· 29 Pf/t Briketts.

In der Aussprache wies Dr.-Ing. Schöne darauf hin, daß es sich nach dem Ergebnis von Prüfungen über die Wirkungen eines gebrochenen Drahtes im Elektrofilter empfiehlt, einen Stromanzeiger und Automaten vorzusehen, während nach den Sicherheitsbestimmungen für Elektrofilter Stromanzeiger oder Automat gewählt werden kann. Der Stromanzeiger weist bereits sichtbare Stromschwankungen auf, wenn sich ein gebrochner Draht der Niederschlagsplatte nähert. Für die Hochspannungsdrähte hat sich V 2 A-Draht, der in einem besonderen Verfahren behandelt wird, gegen Zerstörungserscheinungen bestens bewährt. Dies Material trägt die Bezeichnung V 2 An und wird von der Lurgi benutzt. *Pge.*

AUS LETZTER ZEIT.

Arbeitsbeschaffung durch die BEWAG. — Der Vorstand der BEWAG hat beschlossen, rd. 30 000 Wohnungen zusätzlich zu dem normalen Bedarf mit elektrischer Stromzuführung zu versehen. Es wird damit bezweckt, für das notleidende Installateurgewerbe Arbeitsmöglichkeiten zu beschaffen. Für die geplanten zusätzlichen Installationen ist ein Betrag von 3 Mill RM in Aussicht genommen. Die BEWAG übernimmt es, den wesentlichsten Teil der Hausanschlüsse und der Steigeleitungen in den Häusern auf ihre Kosten auszuführen und die Durchführung der Anschlüsse der einzelnen Wohnungen und die Installierung in den Wohnungen selbst durch Darlehen an die Hausbesitzer zu ermöglichen, die im Laufe von mehreren Jahren zurückzuzahlen sind.

Rundfunkteilnehmer in Deutschland am 1. VII. 1933. — Die Gesamtzahl der Rundfunkteilnehmer im Deutschen Reich betrug am 1. VII. d. J. 4 521 106 gegenüber 4 553 380 am 1. VI. d. J. Die Abnahme der Teilnehmer im Laufe des Monats Juni beträgt somit 32 274. Dieser Rückgang ist saisonmäßig bedingt, er ist jedoch um etwa ein Drittel geringer als im gleichen Monat des Vorjahres.

Siemens-Ring-Stiftung. — Aus Anlaß des 100. Geburtstages von Werner von Siemens wurde eine Siemens-Ring-Stiftung ins Leben gerufen, die es sich zur Aufgabe gemacht hat, Personen mit hervorragenden Verdiensten um die Technik und Wissenschaft auszuzeichnen. Um das Andenken Werner von Siemens' zu ehren und in der Nachwelt lebendig zu erhalten, hat der Stiftungsrat der Siemens-Ring-Stiftung der T. H. Berlin ein Bild von Werner von Siemens zur Verfügung gestellt mit der Bestimmung, daß dieses Bild an einen Studierenden der Elektrotechnik als Preis für die mit Auszeichnung oder „Sehr gut" bestandene Diplom-Hauptprüfung verliehen werde.

Auf Beschluß des für die Verleihung des Bildes eingesetzten Ausschusses wurde das Bild Herrn Dipl.-Ing. J. Ehrlich, Klagenfurt, in Anerkennung seiner sehr guten Leistungen bei der Diplom-Hauptprüfung verliehen.

Jubiläum. — Dr.-Ing. E. h. J. F. Scheid, Mitglied des Vorstandes der Porzellanfabrik Kahla, der die Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-Gesellschaft angeschlossen ist, feiert am 1. VIII. d. J. sein 25jähriges Dienstjubiläum. Herr Scheid hat sich besondere Verdienste um die Steigerung der fertigungstechnischen Leistungsfähigkeit der deutschen elektrotechnischen Porzellanindustrie und vornehmlich um die keramische und konstruktive Verbesserung der für die Sicherheit der elektrischen Energieübertragung immer wichtiger gewordenen Hochspannungs-Freileitungsisolatoren erworben.

Elektrisierung spanischer Eisenbahnen. — Der spanische Minister des Äußeren hat der Elektrisierung aller Eisenbahnlinien in einem Umkreise von etwa 40 Meilen um Barcelona zugestimmt; die Kosten werden rd. 142 Mill Pesos betragen. Durch dies Projekt werden gleichzeitig zwei der bedeutendsten spanischen Hauptlinien, nämlich diejenige nach Madrid und eine nach Bilbao und anderen Punkten der Nordküste gehende in ein einziges System einbezogen, das auch die beiden Hoch- und Untergrundbahnen und die Straßenbahnen von Barcelona mit umfaßt. Hinzu kommt noch die Elektrisierung der Linie Madrid—Avila—Segovia. Für den Wettbewerb des Auslandes bei der Ausschreibung und Vergebung der Aufträge kommen Lieferungsmöglichkeiten von 15 ··· 20 % des benötigten Materials in Frage. Die Dauer der gesamten Arbeiten wird etwa 10 Jahre umfassen.

Philips-Neugründung in der Schweiz. — Unter dem Namen Radio-Philips AG. hat die N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven (Holland), in La Chaude de fonds (Westschweiz) eine Fabrikationsgesellschaft mit 500 000 Fr Aktienkapital gegründet, die eine schweizerische Radioindustrie im Gebiete der Uhrenindustrie ins Leben rufen soll.

Lettland annulliert den Düna-Kraftwerk-Vertrag. — Das lettische Kabinett hat den mit der amerikanischen Firma „The Foundation Co." abgeschlossenen Vertrag über die Errichtung eines großen Kraftwerks an der Düna annulliert, da das zugesicherte Bankkapital nicht beschafft werden konnte. Die Regierung beabsichtigt nunmehr, mit interessierten Firmen, darunter englischen und französischen und dem deutschen Lahmeyer-Konzern, neue Verhandlungen aufzunehmen. Die Ausschaltung der Elektrizitäts-AG. vorm. W. Lahmeyer & Co. war bekanntlich im Herbst v. J. erfolgt[1], weil die amerikanische Gruppe zugesagt hatte, der lettländischen Regierung eine auswärtige Anleihe zu günstigen Bedingungen zu beschaffen.

[1] ETZ 1932, S. 1159.

RECHTSPFLEGE.

Das Reichsgericht zur Bezeichnung „Patentingenieur". — Nach dem Gesetz betreffend die Patentanwälte vom 21. V. 1900 sind bekanntlich zur berufsmäßigen Vertretung vor dem Patentamt nur die in eine amtliche Liste eingetragenen Patentanwälte zugelassen, andere Personen können von dem Vertretungsgeschäft ausgeschlossen werden. Die Handhabung dieser Bestimmung hat im Laufe der Zeit Schwankungen unterlegen, es hat nicht an Bestrebungen gefehlt, den Patentanwälten die ausschließliche berufsmäßige Vertretung streitig zu machen. In diesem Kampfe um die Vertretung der Erfinder vor dem Patentamte hat das Reichsgericht unter dem 15. XI. 1932 eine interessante und einschneidende Entscheidung gefällt, durch die solchen Personen, die, ohne als Patentanwalt eingetragen zu sein, als Patentsachwalter tätig sind, die Befugnis abgesprochen wird, sich als „Patentingenieur" zu bezeichnen. Bestimmend war hierfür, daß die von Patentsachwaltern geführte Bezeichnung „Patentingenieur", wenn sie auch rein sprachlich genommen nichts mehr als einen Ingenieur, der sich mit Patentangelegenheiten beschäftigt, vorstellt, doch in den beteiligten Kreisen den Anschein erweckt, als sei damit ein Patentsachwalter mit technischer Hochschulbildung nach Art eines Patentanwalts gemeint. In der Tat ist auch seitens verschiedener mit dem Vertretungsgeschäft befaßter, nicht in die Liste der Patentanwälte eingetragener Personen und von dem „Verband beratender Patentinge-

Digitized by Google

nieure", zu dem sie sich zusammengefaßt hatten, für diese Auffassung eine weitgehende Propapanda in Wort und Schrift gemacht worden. Um so mehr mußte in Erfinderkreisen die irrige Auffassung aufkommen, daß die mit der Vertretung vor dem Patentamt befaßten Personen, die sich als „Patentingenieur" bezeichnen, Patentanwälte oder ihnen doch gleichgestellt seien. Das steht aber im Widerspruche mit der Absicht des Gesetzgebers, in den Patentanwälten eine Gruppe von Patentsachwaltern besonders hervorzuheben, indem er ihnen gewisse Rechte und Pflichten verlieh, einen gesetzlich scharf umschriebenen Befähigungsnachweis auferlegte und ihre Tätigkeit durch Einführung eines ehrengerichtlichen Verfahrens unter staatliche Überwachung stellte. Gegenüber dem gesetzlich festgelegten, wissenschaftlichen Berufstande der Patentanwälte stellt das Reichsgericht fest, daß für die sogenannten „Patentingenieure" nach ihrer eigenen Verbandsatzung keine staatliche oder akademische Abschlußprüfung, ja nicht einmal der Besuch einer technischen Hoch- oder Mittelschule erforderlich ist, sondern eine gleichwertige technische Vorbildung, einerlei wie sie erworben ist, ausreicht, und daß das Ehrengerichtsverfahren, das sich die „Patentingenieure" nach ihrer Satzung geschaffen haben, mit dem unter strengster staatlicher Überwachung und Beteiligung stehenden Ehrengerichtsverfahren des Patentanwaltgesetzes nicht zu vergleichen ist. Das Reichsgericht hat daher im Hinblick auf § 3 des Gesetzes gegen unlauteren Wettbewerb und auf § 19 des Gesetzes betreffend die Patentanwälte den nicht in die Liste der Patentanwälte eingetragenen Patentsachwaltern die Befugnis abgesprochen, sich als „Patentingenieur" und ihre Organisation als „Verband beratender Patentingenieure" zu bezeichnen (Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht 1933, S. 52 ff.).

Daß sich die nicht selbständigen, in der Industrie angestellten Patentbearbeiter als Patentingenieure bezeichnen, dürfte hierdurch nicht berührt werden, da bei ihrer Tätigkeit durch diese Bezeichnung der Anschein nicht erweckt werden kann, als handele es sich um den Patentanwälten gleichstehende Patentsachwalter. Kahle.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Kommission für Drähte und Kabel.

Die Kommission für Drähte und Kabel veröffentlicht nachstehend einen Entwurf zu Änderungen an

VDE 0250

„Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V. I. L."

Aus der Abänderung von § 8, Absatz 5, ergibt sich, daß 1-adrige Rohrdrähte der Type N R U künftig nicht mehr zulässig sind.

Die Änderungen sollen dem Vorstand zur Verabschiedung und Inkraftsetzung mit dem 1. Oktober 1933 vorgelegt werden.

Für die Abänderung von § 8, Absatz 5, soll zur Räumung von Lagervorräten eine Übergangsfrist bis zum 31. März 1934 gewährt werden.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 1. September 1933 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Kommission für Drähte und Kabel.

Entwurf 1.

Änderungen an

VDE 0250

„Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V. I. L."

Gültig ab 1. Oktober 1933[1].

§ 4.

Verwendungsbereich.

Der 2. Absatz wird, wie folgt, geändert:

„Ist hierfür eine Nennspannung angegeben, so bedeutet diese in Netzen ohne geerdeten Nulleiter den höchsten Wert, den die Spannung zwischen zwei Leitern, in Netzen mit geerdetem Nulleiter den höchsten Wert, den die Spannung zwischen Leitern und Erde annehmen darf."

§ 8.

Rohrdrähte

zur erkennbaren Verlegung, die es ermöglicht, den Leitungsverlauf ohne Aufreißen der Wände zu verfolgen.

Der 5. Absatz wird, wie folgt, geändert:

„Mehradrige Rohrdrähte mit Gummi als Füllmaterial, bei denen der gefalzte Metallmantel eine besondere Umhüllung hat (Bezeichnung: NRU), gelten als kabelähnliche Leitungen und müssen einen eingelegten Kupferleiter (Beidraht) haben. Für die Prüfung der Umhüllung gelten die Bestimmungen von § 9 für Bleimantelleitungen."

[1] Angenommen durch .... 19...

AEF

Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen.

Geschäftsstelle: Elektrotechnischer Verein, Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33II. Fernsprecher: Amt Wilhelm, C 4, 8885/86.

Der AEF richtet die nachstehende Rundfrage „Was ist Gewicht?" an alle, die — sei es im Unterricht oder in der Praxis der Laboratorien, der Prüffelder oder der Konstruktions- und Rechenbüros — mit dem Begriffe des „Gewichts" zu arbeiten haben. Er hofft durch die einlaufenden Antworten ein zutreffendes Bild zu gewinnen von den augenblicklich herrschenden Meinungen und Sprachgewohnheiten. Antworten mit Begründung werden gern entgegengenommen; der AEF ist aber auch z. B. schon für die bloße Angabe eines der drei Buchstaben A, B oder C dankbar. Um die Antworten sachgemäß ordnen zu können, bittet er um Angabe des Berufs und des Sonderfachs des Antwortenden (z. B. Physik, Chemie usw.).

Der AEF hat weiter in seiner Sitzung am 15. Oktober 1932 nach satzungsgemäßer Beratung

- die erweiterte Liste der Formelzeichen (veröffentlicht in der ETZ 1932, S. 115),
- die erweiterte Liste der mathematischen Zeichen (auszugsweise veröffentlicht in der ETZ 1932, S. 138 als Entwurf 38) und
- die erweiterte Liste der Vorsätze zur Bezeichnung der Vielfachen und Teile von Einheiten (veröffentlicht in der ETZ 1932, S. 142 als Entwurf 43)

in der nachstehenden Form endgültig angenommen.

Er stellt ferner die Entwürfe

37 Benennungen in der Akustik (in anderer Fassung bereits veröffentlicht in der ETZ 1932, S. 117),
48 Temperaturbezeichnungen,
49 Namen für die wichtigeren Arten des elektrischen Stroms und der elektrischen Spannung,
50 Elektrische Eigenschaften gestreckter Leiter,
51 Bezeichnungen der dielektrischen Verluste,
52 Formen der elektrischen Gasentladungen,
53 Normalzustand,
54 Empfindlichkeit und Genauigkeit,
55 Zähigkeit

gemäß § 4, Abs. 3, seiner Satzung zur Beratung und lädt die beteiligten Vereine ein, ihm das Ergebnis ihrer Beratung bis zum 1. Februar 1934 möglichst in zwei Ausfer-

Digitized by Google

tigungen mitzuteilen. Zur gleichen Frist kann sich auch jedes Mitglied der beteiligten Vereine und jeder, der an der Beratung teilnehmen will, zu den Entwürfen äußern. Ich bitte, dem AEF von allen Äußerungen in Zeitschriften stets wenigstens einen Abdruck zu senden.

Wallot.

Was ist Gewicht?

Eine Rundfrage.

Vor etwa 10 Jahren hat der AEF in seinem Satz 9 das Gewicht eines Körpers als eine Kraft definiert.

Gegen diese Definition werden von verschiedenen Seiten Einwände erhoben. So sagt M. Grübler im Vorwort zu seiner im Jahre 1930 erschienenen kleinen Schrift „Was ist Gewicht?", durch die Verwendung des Wortes Gewicht im Sinne von Schwerkraft werde eine Verwirrung und Unklarheit der Ausdrucksweise gestiftet, die dem Fortschritt hindernd im Wege stehe, und dies müsse endlich, und zwar möglichst bald, geändert werden.

Der AEF hat die Einwände zum Anlaß genommen, sich von neuem mit dem Gegenstande zu beschäftigen. Trotz mehrjähriger Beratung ist jedoch eine Einigung bis jetzt noch nicht gelungen.

Innerhalb des AEF stehen sich drei verschiedene Auffassungen gegenüber.

A. Die Anhänger der „Ausdrucksweise A", wie sie heißen möge, legen Wert auf die Feststellung, daß durch Vergleich mit Gewichtstücken auf der Hebelwaage die Masse bestimmt werde. „Gewicht" bedeute aber soviel wie „Ergebnis der Wägung"; es sei also gleichbedeutend mit Masse.

Das Ergebnis der Wägung werde auch überall in Gramm oder seinen Vielfachen, z. B. Kilogramm, angegeben. Das Kilogramm sei aber gesetzlich Einheit der Masse.

Die Anhänger der Ausdrucksweise A sind daher der Ansicht, daß das „Gewicht" als Masse definiert werden sollte. Sie verkennen jedoch nicht, daß das Wort Gewicht in der Wissenschaft und Technik tatsächlich sehr häufig auch im Sinne einer Schwerkraft oder eines Druckes auf die Unterlage gebraucht wird. Sie ziehen daraus den Schluß, daß das Wort Gewicht als zweideutig im wissenschaftlichen Sprachgebrauch vermieden und durch klare und eindeutige Bezeichnungen

(Fortsetzung auf S. 738.)

Formelzeichen[1]

Endgültig

DIN 1304

Die aufgeführten Benennungen der Größen sind keine Vorschrift, sondern dienen im wesentlichen der Erläuterung der Formelzeichen. Die bei einigen Größen in Klammern zugefügten Beziehungen dienen ebenfalls nur zur Erläuterung. Die Angaben sind grundsätzlich frei von Bestimmungen über die gewählten Einheiten.

Deutsche (Fraktur-) Buchstaben werden als Formelzeichen nur für Größen verwendet, die Vektoreigenschaft besitzen können. Soll die Vektoreigenschaft einer Größe hervorgehoben werden, so wählt man den Frakturbuchstaben oder überstreicht das Formelzeichen, z. B. $\overline{\omega}$. Der Betrag eines Vektors kann durch das Formelzeichen in Kursivschrift oder griechischer Schrift oder das von senkrechten Strichen eingeschlossene Vektorzeichen dargestellt werden. Vergl. Satz 10, Vektorzeichen.

Mit Ausnahme der Zeichen c_p und c_v sind nur Formelzeichen ohne Beizeichen (Indices) aufgenommen. Soll ein besonderer Zustand gekennzeichnet oder soll eine Formelgröße weiter unterteilt werden, so können die entsprechenden Beizeichen an Hand der Sonderblätter gewählt werden, z. B. f_0 = Eigenfrequenz, t_0 = Anfangstemperatur usf.

1. Länge, Fläche, Raum, Winkel

- l Länge
- r Halbmesser
- d Durchmesser
- λ Wellenlänge
- h Höhe
- s Weglänge
- ε Dehnung $(\Delta l/l_0)$
- μ Verhältnis der Querkürzung zur Längsdehnung, Querzahl (Poissonsche Zahl)
- γ Schiebung, Gleitung
- F Fläche (Querschnitt, Oberfläche)
- $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$ Winkel
- φ Voreilwinkel, Phasenverschiebung
- ω Raumwinkel
- V Rauminhalt, Volumen

2. Masse

- m Masse
- *ϱ Dichte
- v Räumigkeit, spezifisches Volumen (V/m)
- J Trägheitsmoment $\left(\int r^2 \mathrm{d}s, \int r^2 \mathrm{d}F \text{ oder } \int r^2 \mathrm{d}m\right)$
- A Atomgewicht
- M Molekulargewicht
- n Wertigkeit
- N Allgemeine Loschmidtsche Konstante (Avogadrosche Konstante)
- c Konzentration
- v Verdünnung
- *D Diffusionszahl

3. Zeit

- t Zeit (Zeitpunkt oder Zeitdauer)
- T Periodendauer
- *T Zeitkonstante
- n Umlaufzahl, Drehzahl (Zahl der Umdrehungen in der Zeiteinheit)
- n Schwingungszahl (in der Zeiteinheit)
- f Frequenz (bei Wechselgrößen)
- ω Kreisfrequenz $(2\pi f)$
- v Geschwindigkeit
- *b Beschleunigung
- g Fallbeschleunigung
- ω Winkelgeschwindigkeit

4. Kraft und Druck

- P Kraft
- M Moment einer Kraft (Kraft mal Hebelarm)
- D Richtvermögen $(P/s$ oder $M/\alpha)$
- p Druck (Kraft durch Fläche)
- b Barometerstand
- σ Zug- oder Druckspannung, Normalspannung
- τ Schubspannung, Scherspannung
- *γ Oberflächenspannung
- E Elastizitätsmodul
- G Schubmodul
- *α Dehnungszahl $(1/E)$
- *β Schubzahl $(1/G)$
- μ Reibungszahl
- η Zähigkeit (gewöhnliche)

5. Temperatur

- t Temperatur, vom Eispunkt aus
- ϑ Temperatur, beim Zusammentreffen mit Zeit
- T Temperatur, absolute
- α Längsausdehnungszahl $[(\mathrm{d}l/\mathrm{d}t) : l_0]$
- γ Raumausdehnungszahl $[(\mathrm{d}V/\mathrm{d}t) : V_0]$

6. Wärmemenge, Arbeit, Energie

- Q Wärmemenge
- A Arbeit
- W Energie
- l Latente Wärme
- q Reaktionswärme
- r Verdampfungswärme
- H Heizwert
- c Spezifische Wärme
- c_p Spezifische Wärme bei konstantem Druck
- c_v Spezifische Wärme bei konstantem Volumen
- $\varkappa$ Verhältnis der spezifischen Wärmen (c_p/c_v)
- S Entropie
- N Leistung (A/t)
- R Gaskonstante
- η Wirkungsgrad
- J Arbeitswert der Kalorie

7. Elektrizität und Magnetismus

- Q Elektrizitätsmenge
- e Elementarladung
- F Valenzladung
- *σ Flächendichte der elektrischen Ladung
- $\mathfrak{E}$ Elektrische Feldstärke
- U Elektrische Spannung
- E Elektromotorische Kraft
- I Elektrische Stromstärke
- R Elektrischer Widerstand
- ϱ Spezifischer elektrischer Widerstand
- G Elektrischer Leitwert $(1/R)$
- $\varkappa$ Elektrische Leitfähigkeit $(1/\varrho)$
- *Λ Äquivalent-Leitfähigkeit
- α Dissoziationsgrad
- $\mathfrak{D}$ Elektrische Verschiebung
- ε Elektrisierungszahl
- C Elektrische Kapazität
- $\mathfrak{H}$ Magnetische Feldstärke
- V Magnetische Spannung
- *Λ Magnetischer Leitwert
- w Windungszahl
- $\mathfrak{B}$ Magnetische Induktion
- μ Permeabilität $(\mathfrak{B}/\mathfrak{H})$
- Φ Magnetischer Induktionsfluß
- $\mathfrak{J}$ Magnetisierungsstärke $(\mathfrak{B} - \mu_0 \mathfrak{H})$
- $\varkappa$ Magnetische Aufnahmefähigkeit, Suszeptibilität $(\mathfrak{J}/\mathfrak{H})$
- *$\mathfrak{m}$ Magnetisches Moment
- L Induktivität (Koeffizient der Selbstinduktion)
- M Gegeninduktivität (gegenseitiger Induktionskoeffizient)
- $\mathfrak{S}$ Poyntingscher Vektor (Strahlungsdichte)

8. Licht

- c Lichtgeschwindigkeit
- n Brechungszahl
- f Brennweite
- Φ Lichtstrom $(I\,\omega)$
- E Beleuchtungsstärke einer beleuchteten Fläche (Φ/F)
- B Leuchtdichte einer leuchtenden Fläche (I/F)
- I Lichtstärke (Φ/ω)

* Diese Zeichen sind neu aufgenommen.

[1] Bearbeitet von C. Trettin, J. Bach, F. Moench, K. Scheel, G. Sinner, J. Wallot, E. Wüster, E. C. Zehme.

Digitized by Google

Endgültig

Mathematische Zeichen[1].

DIN 1302

Zeichen	Schreib- und Sprechweise	Erläuterungen
1. 1)	erstens	
( )		Benummerung von Formeln
%	Hundertstel, vom Hundert (Prozent)	
‰	Tausendstel, vom Tausend (Promille)	
/	in 1, für 1, auf 1, je (pro)	
...	bis	Für mathematische Angaben. Drei Punkte in halber Höhe der kleinen Buchstaben. Die Grenzen gelten als eingeschlossen; soll die obere oder untere Grenze ausgeschlossen sein, so ist dies besonders anzugeben.
	usw. unbegrenzt	wenn rechts von ··· die Zahl fehlt. Beispiel: $\frac{1}{2}+\frac{1}{4}+\frac{1}{8}+\cdots=1$.
( ) [ ] { }	Klammer	
, ·	Komma; Punkt	Dezimalzeichen; Komma unten oder Punkt oben. Zur Gruppenabteilung bei größeren Zahlen sind weder Komma noch Punkt, sondern Zwischenräume zu verwenden.
+	plus, mehr, und	
−	minus, weniger	
· ×	mal, multipliziert mit	Der Punkt steht auf halber Höhe der kleinen Buchstaben. Das Multiplikationszeichen darf weggelassen werden.
: / —	geteilt durch	In Formeln ist im allgemeinen für die Division der waagerechte Strich zu benutzen; die Zeichen : und / nur zur Raumersparnis.
=	gleich	
≡	identisch gleich	
≠	nicht gleich, ungleich	
≢	nicht identisch gleich	
≈	angenähert, nahezu gleich (rund, etwa)	
∼	asymptotisch gleich	$f(x)\sim\varphi(x)$ für $x\to\pm\infty$ bedeutet: $\lim_{x\to\pm\infty}[f(x)-\varphi(x)]=0$
≙	entspricht	1 cm ≙ 500 kg bedeutet: 1 cm der Zeichnung entspricht 500 kg.
<	kleiner als	
>	größer als	
≦	kleiner oder gleich, höchstens gleich	
≧	größer oder gleich, mindestens gleich	
≪	klein gegen	} von anderer Größenordnung
≫	groß gegen	} von anderer Größenordnung
∞	unendlich	

[1] Bearbeitet von R. Rothe, A. Betz, F. Emde, G. Feigl, G. Hamel, Friedr. Moeller, K. Scheel.

Zeichen	Schreib- und Sprechweise	Erläuterung
$\sqrt{\ }$ $\sqrt{\ }^{-1}$	Wurzel aus	Das Zeichen erhält einen oben angesetzten waagerechten Strich, an dessen Ende noch ein kurzer senkrechter Strich angesetzt werden kann.
| |	Determinante	
| |	Betrag von	Absoluter Wert oder Betrag einer reellen oder komplexen Größe.
!	Fakultät	$n!=1\cdot2\cdot3\cdots n$ (n = positive ganze Zahl)
$\binom{n}{p}$	n über p	Binomialkoeffizient $\binom{n}{p}=\frac{n(n-1)\cdots(n-p+1)}{1\cdot2\cdots p}$
Δ	Delta (groß Delta)	endliche Änderung
d		vollständiges Differential
∂		partielles Differential
δ	Delta (klein Delta)	Variation, virtuelle Änderung
đ		Diminutiv
$\sum$	Summe	Grenzbezeichnungen sind unter und über das Zeichen $\sum$ zu setzen. Die Summationsveränderliche wird unter das Zeichen $\sum$ gesetzt: $\sum_{\lambda=1}^{n}$ oder $\sum_{\lambda}$
$f'(x)$, $f''(x)$ $f'''(x)$, $f^{(4)}(x)$ ··· $f^{(n)}(x)$	f Strich, f zwei Strich, ···, f n Strich	Ableitungen der Funktion $f(x)$ nach der Veränderlichen x von der ersten, zweiten, ···, n-ten Ordnung
$\dot{x}$, $\ddot{x}$	x Punkt, x zwei Punkt	Erste und zweite Ableitung der Funktion x nach der Zeit
φ_x, φ_y	φ nach x, φ nach y	Partielle Ableitungen der Funktion $\varphi(x,y)$ nach x oder y: $\varphi_x=\frac{\partial\varphi}{\partial x}$, $\varphi_y=\frac{\partial\varphi}{\partial y}$.
φ_{xx}, φ_{yx}, φ_{xy}, φ_{yy}	φ nach xx φ nach yx φ nach xy φ nach yy	Partielle Ableitungen der zweiten Ordnung: $\varphi_{xx}=\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}$, $\varphi_{yx}=\frac{\partial^2\varphi}{\partial x\,\partial y}=\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)$, $\varphi_{xy}=\frac{\partial^2\varphi}{\partial y\,\partial x}=\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)$, $\varphi_{yy}=\frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2}$
$\int$	Integral	
$\int f(x)\,dx$	Integral $f(x)$ dx	Unbestimmtes Integral
$\int_a^b f(x)\,dx$	Integral $f(x)$ dx von a bis b	Bestimmtes Integral; a und b sind die Grenzen. Wo es der Deutlichkeit wegen nützlich erscheint, schreibt man auch: $\int_{x=a}^{b} f(x)\,dx$
$\oint$		Randintegral, Hüllenintegral
∥	parallel	
#	gleich und parallel	
↑↑	parallel und gleichsinnig	
↑↓	parallel und entgegengesetzt	
⊥	rechtwinklig zu	

Digitized by Google

Zeichen	Schreib- und Sprechweise	Erläuterung
$\triangle$	Dreieck	
$\cong$	kongruent	
$\sim$	ähnlich, proportional	
$\sphericalangle$	Winkel	
AB	Strecke AB	
$\overset{\frown}{AB}$	Bogen AB	
$\longrightarrow$	gegen nähert sich strebt nach konvergiert nach	$x \longrightarrow a$ ist dasselbe wie $\lim x = a$
lim	Limes	$\lim x = a$ bedeutet: a ist Grenzwert von x. $f(x) \longrightarrow b$ für $x \longrightarrow a$ ist dasselbe wie $\lim f(x) = b$ für $\lim x = a$
π i, ausnahmsweise j		$\pi = 3{,}141\,59\cdots$ $i = j = \sqrt{-1}$
e exp x	e hoch x, Exponentialfunktion von x	$e = 2{,}718\,28\cdots$ $\exp x = e^x$. Zur Vermeidung langer Exponenten, wenn x ein zusammengesetzter Ausdruck ist
log ^{a}log lg ln M_b	Logarithmus Logarithmus zur Basis a gewöhnlicher Logarithmus natürlicher Logarithmus	$\lg x = {}^{10}\log x$ $\ln x = {}^{e}\log x$ Modul des Logarithmensystems zur Basis b $M_{10} = 0{,}434\,29 = \lg e$
° ′ ″	Grad Minute Sekunde	$1° = 60'$ $1' = 60''$ Beispiel: $32° 15' 13{,}42'' = 32{,}2537°$
g c cc	Neugrad Neuminute Neusekunde	Einheitszeichen hochgestellt $90° = 100^g$, $1° = 1^g\,11^c\,11{,}11\cdots{}^{cc}$, $1^g = 54'$ Beispiel: $42°\,16'\,45'' = 42{,}2792° = 46{,}9769^g = 46^g\,97^c\,69^{cc}$
rad	Radiant	Winkel vom Bogenmaß 1 1 rad $= 57°\,17'\,44{,}8''$ $= 57{,}295\,78° = 63{,}661\,97^g$
sin cos tg ctg	Sinus Cosinus Tangens Cotangens	trigonometrische Funktionen $(\sin\alpha)^n = \sin^n\alpha$ $\sin^{-1}a$ bedeutet $(\sin\alpha)^{-1}$ und nicht arc sin a
arc sin arc cos arc tg arc ctg	Arcussinus Arcuscosinus Arcustangens Arcuscotangens	Kreisfunktionen
Sin Cof Tg Ctg	Hyperbelsinus Hyperbelcosinus Hyperbeltangens Hyperbelcotangens	Hyperbelfunktionen
Ar Sin Ar Cof Ar Tg Ar Ctg	Area Hyperbelsinus Area Hyperbelcosinus Area Hyperbeltangens Area Hyperbelcotangens	Umkehrungen der Hyperbelfunktionen

(*Fortsetzung von S. 736.*)

wie „Masse" auf der einen und „Gewichtkraft" auf der anderen Seite ersetzt werden müsse.

B. Die Anhänger einer zweiten „Ausdrucksweise B" gehen (wie die Anhänger der Ausdrucksweise A) von der Voraussetzung aus, daß nach der geschichtlichen Herleitung wie auch im täglichen Leben Gewicht das Ergebnis einer Wägung bedeute. Wägung vergleiche aber zwei Körper miteinander, zunächst hinsichtlich ihrer Schwerkraft, dann aber, sofern die Fallbeschleunigung im Bereich der Waage als konstant angesehen werden könne, auch hinsichtlich der Masse. Die erste Vergleichsidee sei die primäre; die zweite verdiene aber den Vorzug wegen der Unabhängigkeit der Masse von dem Ort und der Zeit der Wägung. Daher und weil die Masse ein und derselben Substanz der Menge proportional sei, könne die Wägung zur Bestimmung einer Menge gebraucht werden. So verstehe auch das Gesetz, das tägliche Leben und ein Teil der Wissenschaft, z. B. die Chemie, das Wort Gewicht. Dieses werde daher am besten als die Verhältniszahl definiert, die das Resultat der Wägung ist. Je nachdem aber das Gewichtstück als Repräsentant einer Masse oder einer Kraft aufgefaßt werde, könne Gewicht auch eine Masse oder eine Kraft bedeuten. Es sei dann zwischen Gewicht-Masse und Gewicht-Kraft zu unterscheiden.

C. Eine dritte Gruppe — „Ausdrucksweise C" — ist der Ansicht, daß der Sprachgebrauch nicht dazu zwinge, unter den Wörtern „Gewicht" und „Ergebnis der Wägung" dasselbe zu verstehen, wie es die Anhänger der Ausdrucksweisen A und B voraussetzen. Gewicht bedeute seit langen Jahren im wissenschaftlichen Sprachgebrauch die durch die Schwere verursachte Druckkraft auf die Unterlage, und diese Definition sei durch den Sprachgebrauch der meisten Lehr- und Handbücher und durch Beschlüsse internationaler Kongresse festgelegt. Der Sprachgebrauch des täglichen Lebens stehe damit nicht in Widerspruch. Wenn das Wort Gewicht auch in solchen Fällen, wo offensichtlich durch eine Wägung eine Masse bestimmt werden solle, im Sinne des Wägungsergebnisses gebraucht werde, so sei dies eine nicht sehr sorgfältige Ausdrucksweise, die nur selten zu Mißverständnissen führe. Die Aufgabe des AEF sei es aber, auf scharfe Unterscheidung der ganz verschiedenen Begriffe Masse und Gewicht hinzuwirken.

Unberührt bleiben solle die Sachbedeutung des Wortes Gewicht im Sinne von Gewichtstück, wie sie z. B. in der Bezeichnung „Maß- und Gewichtsordnung" zum Ausdruck komme.

Bei der vorstehenden Formulierung der Ausdrucksweisen A und C ist mit Absicht das Wort „Menge" vermieden worden. Damit wollen die Anhänger dieser Auffassungen nicht zum Ausdruck bringen, daß der Begriff der Menge überflüssig oder mit dem Begriff der Masse identisch sei. Sie halten es nur für zweckmäßiger, alle Streitfragen aus dem Spiele zu lassen, die mit der Frage „Was ist Gewicht?" nicht unmittelbar zusammenhängen.

Ein Beispiel erläutere die drei verschiedenen Ausdrucksweisen. Auf einer gleicharmigen Waage seien bei Zimmertemperatur mit Messinggewichten 10 g Naphthalin abgewogen. Die Fallbeschleunigung am Orte der Waage betrage 981,4 cm/s². Dann sagen die Anhänger der

Ausdrucksweise A: Die Masse des Naphthalins beträgt unberichtigt 10 g, berichtigt (d. h. auf den leeren Raum zurückgeführt) 10,009 g, seine Gewichtkraft 9823 dyn = 10,017 Gramm (Kraft).

Ausdrucksweise B: Das unberichtigte Gewicht des Naphthalins ist 10, das berichtigte 10,009, seine Gewichtmasse 10,009 g, seine Gewichtkraft 9823 dyn = 10,017 Gramm (Kraft).

Ausdrucksweise C: Das unberichtigte Ergebnis der Wägung ist 10 g. Die Masse des Naphthalins beträgt 10,009 g, sein Gewicht 9823 dyn = 10,017 Gramm (Kraft).

Der AEF bittet alle, denen diese Rundfrage zu Gesicht kommt, sich kurz darüber zu äußern, welche der drei Ausdrucksweisen sie für die zweckmäßigste halten.

Erläuterungen zur Liste der mathematischen Zeichen.

Das Zeichen ··· für „bis" gilt nur für mathematische Angaben; gegen die Schreibweise „bis" im Text ist nichts einzuwenden. Das ursprünglich vorgeschlagene Zeichen ÷ ist später aufgegeben worden, weil es in England und

Digitized by Google

Amerika als Divisionszeichen verwendet wird. Das Zeichen — ist nicht möglich, weil es mit dem Minuszeichen verwechselt werden kann.

Als Dezimalzeichen ist außer dem in Deutschland üblichen Komma der in Österreich übliche Punkt aufgenommen worden.

Als Zeichen des vollständigen Differentials, der Basis der natürlichen Logarithmen und der imaginären Einheit werden die steilen (Antiqua-) Buchstaben d, e und i (oder j) eingeführt. Diese Festsetzung lehnt sich an den allgemeinen Gebrauch an, physikalische Größen durch Kursivbuchstaben, mathematische Funktionen, z. B. sin, log, durch steile Schrift darzustellen. In rein mathematischen Abhandlungen und Büchern braucht im allgemeinen zwischen physikalischen und mathematischen Größen nicht unterschieden zu werden; dort sind daher auch die schrägen Buchstaben zulässig.

Endgültig

Vorsätze zur Bezeichnung der Vielfachen und Teile von Einheiten.[1]

$T = 10^{12}$	Tera-	$h = 10^{2}$	Hekto-	$m = 10^{-3}$	Milli-
$G = 10^{9}$	Giga-	$D = 10^{1}$	Deka-	$\mu = 10^{-6}$	Mikro-
$M = 10^{6}$	Mega-	$d = 10^{-1}$	Dezi-	$n = 10^{-9}$	Nano-
$k = 10^{3}$	Kilo-	$c = 10^{-2}$	Zenti-	$p = 10^{-12}$	Pico-

[1] Bearbeitet von K. Strecker, K. Scheel, J. Wallot.

Ein Diminutivzeichen ist bisher selten benutzt worden. Sein Gebrauch empfiehlt sich bei Differentialausdrücken, die keine vollständigen Differentiale darstellen.

Erläuterungen zur Liste der Vorsätze.

Neu aufgenommen sind die Bezeichnungen Tera und Pico.

Der Vorsatz Tera lehnt sich an das griechische Wort τέρας an, das neben anderen Bedeutungen die Bedeutung „Ungeheuer" hat (entsprechend dem lateinischen monstrum). Der Abstand der entferntesten Planeten von der Sonne ist (in runder Zahl): Saturn 1,4 Tm, Uranus 2,9 Tm, Neptun 4,5 Tm.

Der Vorsatz Pico ist dem British Standard Glossary der British Engineering Standards Association (Ausgabe vom April 1926, S. 26, Nr. 1534) entnommen. Er lehnt sich an das italienische piccolo und das spanische pequeño an.

Vom sprachlichen Standpunkt aus wären die Formen Terato- (ebenso Giganto-), Picco- (ebenso Nanno-) richtiger. Der AEF hat sich jedoch für die kürzeren Formen entschieden, da es ohnehin künstliche Bildungen sind.

(Fortsetzung folgt).

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

H. Beckmann †. — Am 14. Juli d. J. starb im Alter von fast 60 Jahren Herr Dr. Hermann Beckmann, Berlin, Professor an der T. H. Hannover und Oberingenieur und Prokurist der Accumulatoren-Fabrik AG. in Berlin. Wir werden auf die Verdienste des Verstorbenen in einem besonderen Nachruf zurückkommen.

H. Jahncke †. — Einem Herzschlag erlag im Alter von nahezu 63 Jahren am 16. VII. d. J. Herr Dr. rer. pol. Hermann Jahncke, Vorsitzender des Vorstandes der Elektrowerke AG. Seine Verdienste um die deutsche Elektrizitätswirtschaft sollen in einem besonderen Nachruf gewürdigt werden.

Th. Bödefeld. — Als Nachfolger des Herrn Prof. Dr. Adolf Thomälen, der wegen Erreichung der Altersgrenze im Herbst 1931 von seiner Lehrtätigkeit am Badischen Staatstechnikum Karlsruhe entbunden wurde, ist Herr Dr.-Ing. Th. Bödefeld zum Professor ernannt worden. Herr Bödefeld war im Elektromaschinenbau der Firma Thyssen & Co. praktisch tätig und hat als Assistent von Prof. Dr. R. Richter in Karlsruhe promoviert.

Hochschul-Nachrichten. — An der T. H. München ist Dr.-Ing. Wilhelm Bader als Privatdozent in der Maschineningenieurabteilung für das Lehrgebiet „Elektrische Meßtechnik und Fernmeldetechnik" zugelassen worden.

LITERATUR.

Besprechungen.

Handbuch der technischen Elektrochemie. Von Dr.-Ing. E. h. Dr. techn. E. h. V. Engelhardt. Bd. 1, Teil 2: Die technische Elektrolyse wässeriger Lösungen. A. die techn. Elektrometallurgie wässeriger Lösungen, Gold, Silber, Kupfer, verschiedene Metalle. Mit zahlr. Abb., VIII u. 331 S. in gr. 8°. Akademische Verlagsges. m. b. H., Leipzig 1932. Preis geh. 30 RM, geb. 32 RM.

Der vorliegende Band des groß angelegten Werkes gab mir reiche Ausbeute. Daß die elektrolytische Gewinnung von reinstem Kupfer auch für den Elektrotechniker sehr wichtig ist, braucht nicht erst bewiesen zu werden. Die Abschnitte Gold, Silber, Kupferabscheidung mit löslichen Kathoden sind von einem vielerfahrenen Praktiker, W. Schopper (Norddeutsche Affinerie, Hamburg), in wissenschaftlicher, technischer und wirtschaftlicher Beziehung vorzüglich bearbeitet. Als Kostprobe nenne ich den Abschnitt „Bäderdienst" (stete Prüfung auf Kurzschlüsse, schlechte Kontakte usw.). Die Kupferelektrolyse mit unlöslichen Kontakten ist von G. Eger behandelt, welcher sich besonders auf seine reichen Erfahrungen im Laboratorium von S. u. H. stützt. Neuerdings haben S. u. H. auch kleine Anlagen zur elektrolytischen Entkupferung von Kunstseidenablaugen eingerichtet. Zum Schluß berichtet M. Hosenfeld kurz über die elektrolytische Abscheidung von Gallium, Indium, Thallium, Tellur, Wolfram, Molybdän und Vanadium. K. Arndt.

Lautsprecher für Tonfilmwiedergabe. Von E. Schwandt. (H. 11 v. „Die Bücher des Lichtspielvorführers", herausg. v. d. „Filmtechnik" u. d. „Verb. Dt. Lichtspielvorführer", Schriftltg. A. Krasznа-Krausz.) Mit 34 Abb., 1 Taf. u. 36 S. in 8°. Verlag Wilhelm Knapp, Halle (Saale) 1932. Preis geh. 1,20 RM.

Das Büchlein vermittelt dem Tonfilm-Lichtspielvorführer jene Kenntnisse, die für einen ungestörten Betrieb sowie die Überwachung einer Lautsprecheranlage notwendig sind, und macht ihn mit der Einrichtung, Anordnung und Funktion derselben bekannt. Nach einer kurzen Erklärung über die Forderungen, die an gute Lautsprecher bezüglich Frequenzabhängigkeit, Amplitudentreue und Wirkungsgrad gestellt werden, erklärt der Verfasser die drei bekanntesten Arten von Lautsprecherprinzipen (elektromagnetische, elektrostatische und elektrodynamische) ihrem prinzipiellen Aufbau nach. Das fast ausschließlich in Tonfilmtheatern angewandte elektrodynamische Prinzip wird an den bekannten Ausführungsformen verschiedener Firmen erläutert und auf die besonders vorteilhafte Kombination verschiedener Lautsprechertypen sowie deren Anbringung hinter schalldurchlässigen Projektionswänden hingewiesen. Über die Kontrolle der Lautsprecher im Betriebe und deren Pflege, die Gleichrichteranlagen für die Feldspeisung der dynamischen Lautsprecher werden eingehende Angaben mit praktischen Beispielen gegeben. In Abb. 32 ist statt einer Glimmlichtgleichrichterröhre irrtümlich eine solche mit Heizkathode gezeichnet. Der letzte Abschnitt gibt Ratschläge für den Fall, daß der Lautsprecher versagt. Mit Recht bemerkt der Verfasser, daß dann meist nicht der Lautsprecher der Versager ist (er stellt eigentlich den betriebsichersten Teil der sonst nicht gerade einfachen Tonfilmwiedergabeapparatur dar), sondern ein anderer Teil der Tonfilmeinrichtung. Erwähnenswert ist noch die Tabelle der für Tonfilm und Musikübertragungsanlagen bestimmten Lautsprechertypen mit den wichtigsten elektrischen Daten derselben. Jos. Mayer.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Metallpreise im 2. Vierteljahr 1933[1]. — War das erste Vierteljahr durch eine gewisse Stabilität der Preise gekennzeichnet, so sind die Merkmale der Entwicklung im 2. Vierteljahr einmal eine starke, durch die Entwertung des VSA.-Dollars ausgelöste Nervosität und Unsicherheit, anderseits eine starke Neigung zur Preissteigerung. Im Verlaufe des 2. Vierteljahrs gewannen per Saldo Zinn 47 %, Blei 36 %, Kupfer 33 %, Zink 27 %. Zu der Preissteigerung dürften vor allem drei Faktoren beigetragen haben: Flucht in die Sachwerte infolge der Dollarentwertung; rein spekulative Käufe; Käufe infolge tatsächlich

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 416.

Digitized by Google

vermehrten Bedarfs. Kennzeichnend ist, daß z. B. Ende Mai starke Käufe der Banken, die ihre flüssigen Mittel in Metallen anlegten, zu beobachten waren. Ob sich der unter starken Schwankungen Ende Juni 1933 erreichte Preisstand überall

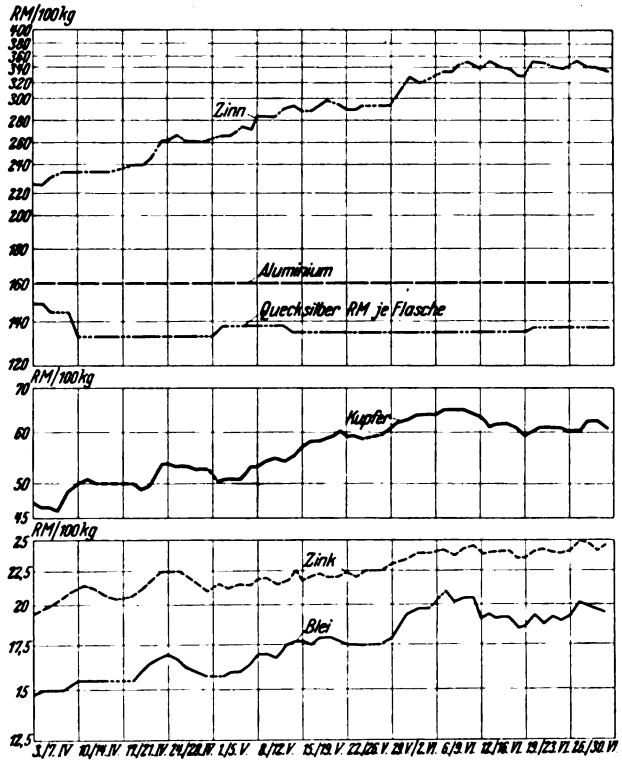


Abb. 1. Metallpreise im 2. Vierteljahr 1933.

Aluminium: Berlin 98/99 % Blöckchen. — Blei: Berlin erstnotierter Monat (Brief). — Kupfer: Berlin Deinotiz. — Quecksilber: Hamburg in £ je Flasche (34 1/2 kg), umgerechnet in RM. — Zink: Berlin erstnotierter Monat (Brief). — Zinn: Hamburg Kontrakt A erstnotierter Monat (Brief).

halten oder gar noch verbessern lassen wird, ist nicht vorauszusehen. Gegenüber ihrem tiefsten Preisstand gewannen bis Ende Juni 1933: Zinn 84 %, Zink 52 %, Kupfer und Blei je 44 %. Im einzelnen ist zu sagen:

gen als in den V. S. Amerika und England. Die Haussebewegung hielt mit kleinen Unterbrechungen bis zum 7. VI. an (Delnotiz am 7. VI. 65,25 RM). Realisationen an der Londoner und Berliner Börse gaben dann den Anstoß zu scharfen Preisrückgängen (bis auf 59,50 RM) am 19. VI. Bis Ende Juni schwankte die Delnotiz dann zwischen 59,50 und 62,25 RM. Eine mit der deutschen Devisenbewirtschaftung zusammenhängende Erscheinung war die Bezahlung von Aufpreisen von zeitweise 1 ... 2 % für Angebote in Reichsmark. Später trat jedoch wieder eine weitgehende Angleichung in den ausländischen und inländischen Preisen ein.

Blei und Zink: Die Preisentwicklung dieser Metalle wurde von den Vorgängen am Kupfermarkt beherrscht. Während jedoch in der ersten Zeit die Preise für Blei und Zink der Aufwärtsbewegung für Kupfer nur in bescheidenem Maße folgten, konnten sie von der späteren Haussebewegung gut Nutzen ziehen. Von dem Rückgang des Kupferpreises Mitte Juni blieb Zink verschont, während Blei ebenfalls im Preise nachgab. Im allgemeinen lag jedoch Blei im Vordergrund, insbesondere infolge stärkerer Nachfrage am Baumarkt in Deutschland und England. Die Spanne zwischen Blei und Zink konnte sich von Anfang bis Ende des 2. Vierteljahres prozentual erheblich verringern, absolut blieb sie ungefähr gleich groß.

Zinn: Die schon im 1. Vierteljahr einsetzende Aufwärtsbewegung dauerte fast das ganze 2. Vierteljahr über an und nahm zeitweise überaus starke Formen an. Vom 3. IV. bis 9. VI. stieg der Zinnpreis (Kontrakt A für kurze Sicht) in Hamburg von 226 RM mit kaum nennenswerten Unterbrechungen auf 340 RM. Dann erfolgte ein erheblicher Rückschlag bis auf 313 RM am 16. VI. Bis Ende Juni konnte Zinn unter Schwankungen im Preis wieder etwas aufholen. Die Kauftätigkeit war während der ganzen Zeit sehr rege, und zwar in allen größeren Verbrauchsländern, besonders aber in den V. S. Amerika. Neben der jetzt fast zu 100 % beschäftigten Weißblechindustrie spielte hier der Bedarf an Zinnrohren usw. für Brauerei- und Schankeinrichtungen eine große Rolle. Anderseits hielten die Zinnerzeuger die scharfe Produktionsdrosselung aufrecht. Der sog. 2. Zinnpool konnte seine Bestände abstoßen.

Nickel: Der Nickeltrust setzte Mitte Mai seinen Preis auf 225/230 £ je ton herab, nachdem seit dem 24. IX. 1931 ein Preis von 240/245 £ Geltung gehabt hatte.

Aluminium: Die Notierungen blieben unverändert.

Quecksilber: Der Preis blieb, abgesehen von Schwankungen infolge von Währungsänderungen, verhältnismäßig stabil. *Lw.*

Metall	Sichtbare Vorräte am Monatsende				Weltproduktion			
	Januar	März	April	Mai	Jahresdurchschnitt	März	April	Mai
	1929	1933			1929	1933		
Kupfer (sh. tons)	—	—	—	—	178 000	keine Angaben		
Raffinade (Nord- und Südamerika) . .	62 700	keine Angaben*			—	—	—	—
Blister (Nord- und Südamerika) . . .	119 000				—	—	—	—
Blei (sh. tons)	—	—	—	—	160 500	105 200	99 500	100 000
Raffinade in den V. S. Amerika . . .	35 000	194 300	196 900	197 100	—	—	—	—
Zink (sh. tons)	—	—	—	—	135 100	83 900	81 800	85 700
roh in den V. S. Amerika	45 900	140 000	142 400	136 600	—	—	—	—
roh in Großbritannien	2 000	12 600	11 400	10 500	—	—	—	—
Zinn (t)	—	—	—	—	—	—	—	—
Weltvorräte	23 700	45 056	42 520	41 278	—	—	—	—

* Im Juni wurden die Vorräte an Raffinade-Kupfer in den V. S. Amerika auf 600 000 tons geschätzt.

Kupfer: Bereits Mitte April setzte die erste Haussewelle — Steigerung um 10 % — ein auf die (falsche) Nachricht, daß die großen nordamerikanischen Gruben von Anaconda, Kennecott und Phelps Dodge auf 6 Monate stillgelegt seien. Der Kursgewinn ließ sich jedoch nicht in vollem Umfange halten. Infolge der mit dem 19. IV. einsetzenden Entwertung des Dollars zogen die Kupferpreise an, gingen aber, vor allem infolge von Sachwertkäufen, erheblich über das Maß der Währungsentwertung hinaus, und zwar nicht nur in den V. S. Amerika, wo Kupfer, in Golddollar gerechnet, um 10 % stieg, sondern auch in Europa, wo die Steigerung allerdings nur 7 % betrug. Ende April war zwar infolge einer gewissen Ernüchterung ein erheblicher Rückschlag (Delnotiz am 24. IV. 53,50, am 2. V. 50,50 RM) zu verzeichnen; doch setzte bereits Anfang Mai eine neue Haussebewegung ein. Bemerkenswert ist, daß die Preise in Deutschland stärker anzo-

Preisindexziffer der „Metallwirtschaft"

1909/13 = 100	März	April	Mai	Juni
	1933 Monatsdurchschnitt			
Gesamtindex	47,5	49,5	53,9	58,2
Kupfer	35,5	37,6	42,5	46,5
Blei	46,6	48,4	53,1	59,4
Zink	42,6	44,1	45,2	48,2
Zinn	59,2	63,8	76,3	89,4
Aluminium	111,1	111,1	111,1	111,1
Nickel	107,7	107,7	104,2	101,5
Antimon	59,8	59,8	59,8	59,8

Abschluß des Heftes: 21. Juli 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Dreiphasen-Störungschreiber.

Mitteilung der AEG.

Die Netze zur Verteilung der elektrischen Energie sind in den letzten Jahren immer größer und verzweigter geworden. Eine Voraussetzung für den sicheren, störungsfreien Betrieb umfangreicher Netze ist die genaue Kenntnis ihrer Betriebseigenschaften. Das Verhalten im normalen Betrieb läßt in dieser Hinsicht nur in beschränktem Maße Rückschlüsse zu, wesentlich ist daher die Beobachtung im Falle einer Betriebstörung. Die Art der Veränderung der Betriebsgrößen bei einer Netzstörung geben in fast allen Fällen Aufschluß über ihre

Abb. 1.
Dreiphasen-Schnellschreiber, geöffnet.

Ursache und Auswirkung. Sind aber Ursache und Auswirkung bekannt, so ist die Möglichkeit gegeben, durch Schutzmaßnahmen Betriebstörungen gleicher Art in Zukunft zu vermeiden.

Ein Meßgerät zur Beobachtung und Registrierung der Betriebsgrößen eines Drehstromnetzes im Störungsfalle ist der Dreiphasen-Störungschreiber der AEG (Abb. 1). Es handelt sich um ein Dreifach-Registriergerät, bei dem bei Auftreten einer Betriebstörung der Vorschub des Papierstreifens unverzögert von 20 mm/h auf 10 mm/s erhöht wird. Hierdurch ist es möglich, die Aufzeichnung der Meßgröße bei einer Störung, die bei langsamem Ablauf des Meßstreifens nur einen Strich in der Bewegungsrichtung der Schreibfeder ergeben würde, zeitlich auseinanderzuziehen und einer genauen Prüfung und Auswertung zugänglich zu machen.

Der Dreiphasen-Störungschreiber enthält in einem Gehäuse nebeneinander drei Drehspul-Meßwerke in Verbindung mit Trockengleichrichtern. Die Einstellzeit der Meßwerke von 0 bis Vollausschlag beträgt etwa 0,12 s. Diese kleine Einstellzeit ist nur durch ein großes Drehmoment zu erreichen. Das Drehmoment beträgt etwa 250 gcm/90° bei einer Stromaufnahme von etwa 40 mA bei 110 V. Die kleine Einstellzeit und das große Drehmoment bedingen eine besonders gute Dämpfung. Die Meßwerke des Dreiphasen-Störungschreibers sind daher mit einer nachstellbaren Spezialdämpfung versehen. Durch die Nachstellbarkeit kann die Dämpfung in einfacher Weise den jeweils vorliegenden Betriebsverhältnissen angepaßt werden.

Die Dreiphasen-Störungschreiber werden ohne Zeiger und ohne Skala ausgeführt. Aus diesem Grunde erhält das Registrierpapier Aufdruck mit Eichteilung, so daß die Größe der Meßwerte direkt auf dem Papier abgelesen werden kann. Es hat drei Aufdrucke entsprechend der nutzbaren Schreibbreite von 40 mm für jedes System. Zwischen den einzelnen Aufdrucken sind die Zahlen der Stundenbezifferung aufgetragen. Die Gesamtbreite des Meßstreifens ist 150 mm. Die Aufzeichnung der Meßwerte erfolgt mit Tinte nebeneinander in leicht gebogenen Koordinaten.

Durch das große Drehmoment der Meßwerke ist es möglich, den Schreibdruck zu vergrößern und zur Registrierung Spezialfedern zu verwenden. Auf diese Weise kann eine betriebsichere, klare Registrierung auch bei großen Meßwertschwankungen und Schnellablauf erreicht werden. Jede Schreibfeder besteht aus einem vollkommen geschlossenen Tintenbehälter und einer Kapillare von nur etwa 2 mm Länge. Durch diesen Aufbau ist die Tinte vor Verunreinigung weitgehend geschützt und die Kapillare kann leicht sauber gehalten werden.

Der Vorschub des Meßstreifens erfolgt durch ein Präzisions-Uhrwerk mit elektrischem Aufzug. Durch den elektrischen Aufzug wird die Feder des Uhrwerks nicht unter ein gewisses Maß entspannt und das Werk hat immer genügend Kraftreserve, um den Meßstreifen auch im Schnellablauf unbedingt zeitgetreu zu bewegen. Die Gangreserve des Uhrwerkes ist etwa 28 h. Die Dauer des Schnellablaufes beträgt 24 s. Nach dieser Zeit wird automatisch der langsame Vorschub von 20 mm/h wieder eingeschaltet. Ist die Störung eine dauernde, d. h. erreicht die Meßgröße nicht wieder ihren Nennwert, so wird nur eine Schnellablaufperiode von 24 s ausgelöst. Folgt innerhalb der Schnellablaufperiode eine erneute Störung, nachdem die Betriebsgröße ihren Nennwert inzwischen wieder erreicht hatte, so kann eine weitere Schnellablaufperiode von 24 s zugeschaltet werden. Die Verlängerung des Schnellablaufes erfolgt dann, wenn die neue Störung nach Verlauf der ersten 6 s der Schnellvorschubperiode auftritt. Innerhalb der ersten 6 s spricht das Gerät auf erneute Störungen nicht an.

Nach erfolgtem Schnellablauf ist die Zeitbezeichnung am Meßstreifen wieder die gleiche wie beim Beginn der Störung. Ein Nachstellen ist nicht erforderlich.

Die Umschaltung der Ablaufgeschwindigkeit wird durch einen getrennt angeordneten Relaissatz ausgelöst (Abb. 2). Die getrennte Ausführung ermöglicht eine Anbringung der Relais hinter der Schalttafel an gut zugänglicher Stelle und damit eine gute Wartung.

Bei Ausführung des Störungschreibers als Spannungsmesser haben die Unterspannungsrelais ferrodynamische Systeme. Die Ansprechspannung ist um ± 15% des Nennwertes in einfacher Weise verstellbar. Die Nachstellung geschieht durch Veränderung der Vorspannung an den Systemrückstellfedern und kann sehr genau vorgenommen werden. Die Ansprechspannung der Relais kann also den Betriebsverhältnissen leicht angepaßt werden.

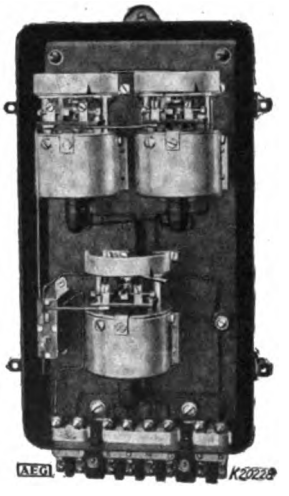


Abb. 2.
Dreiphasiges Spannungsrelais, geöffnet.

Außerdem ist eine Ausführung des Störungschreibers als Strommesser zur Aufzeichnung von Ueber- oder Kurzschlußströmen möglich. In diesem Falle werden die Meßwerke durch hochgesättigte Zwischenwandler vor Ueberlastung geschützt. Mit Hilfe der Zwischenwandler läßt sich der Meßbereich so auslegen, daß der 20fache Ueberstrom noch aufgezeichnet werden kann.

Der Dreiphasen-Störungsschreiber eignet sich in Drehstromnetzen zum Ueberwachen der Systemspannungen (Phasenspannungen, verkettete Spannungen) der Ueber- und Kurzschlußströme. Die Ueberwachung der Spannungen gegen Erde ist eine weitgehende Erdschlußkontrolle.

Digitized by Google

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Betriebsingenieur
30 J., led., 8 j. Praxis, firm in d. Projekt. u. Mont. von Industrie-Anl., Ausbau v. Orts- u. Kabelnetzen, Betriebsüberw., Revis. d. Anl., Stromverrechnungswesen u. Ausarb. v. Stromlieferungsvertr. f. Großabn., sucht Stell. b. besch. Anspr. Off. unt. **E. 3514** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ., Bln. W 9.

Elektro-Ing.
29 J., led., Prüffeld- u. Konstr.-Praxis, sucht Stellung gl. welch. Art, a. Ausl. (perf. spanisch). Ang. unt. **E. 3515** a. d. A.-A. d. ETZ, Bln. W 9.

Deutsches Exporthaus

sucht unverheirateten jüngeren **Export-Ingenieur** mit Kenntnis des AEG-Materials. Spanische Sprachkenntnisse erwünscht, jedoch nicht Bedingung. Ausführliche Bewerbung mit lückenlosem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Referenzen unter **E. 3513** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

1 Stück Trockenofen

für lackierte Waren bis 150° Temperatur, mit elektr. oder Gasbeheizung, mit Temperaturregler, ca. 650×600 mm, gebr. jed. neuwertig zu kaufen ges. Eilangebote unter **N. C. 4766** an **Rudolf Mosse, Nürnberg I.** [3516]

Vertretung für Dortmund, Düsseldorf, Köln, Mannheim.

Altrenomiertes Berliner Werk sucht für den Verkauf von **elektrischen Spulendrähten** (Emaille-, Seiden-, Baumwolldrähten) bei Apparate bauenden Firmen und Ankerwickeleien **gut eingeführten Vertreter.** Bewerbungen erbeten unter **E. 3510** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Der Inhaber des **D.R.P. 507818 „Kühleinrichtung für elektrische Maschinen mit im geschlossenen Kreislauf geführtem gasförmigen Kühlmittel, dessen Weg in der Maschine durch Einschalten von Zwischenkühlern in hintereinandergeschaltete Teilstrecken unterteilt ist"**, sucht zwecks Fabrikation d. Patentgegenstandes Verbindung mit Fabrikanten. Derselbe würde sein Patentrecht an Interessenten abtreten. Anfr. u. **E. 3508** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Akkumulatorenfachmann,

welcher schon viele Akkumulatorenfabriken des In- und Auslandes eingerichtet und auf moderne Arbeitsmethoden (Bleistaubfabrikation, Schnellformierverfahren in der Plantéfabrikation) umgestellt hat, sucht neues Betätigungsfeld in dieser Richtung.

Offerten unter **J. D. 6517** befördert **Rudolf Mosse, Berlin SW 100.** [3512]

Gebrauchter polumschaltbarer

Walzwerksmotor

Polzahl 14/28, Leistung 650/350 PS, 5000 Volt Drehstrom, Fabrikat: BBC., sehr günstig abzugeben. Anfragen unt. **E. 3511** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Bekannte Spezialfabrik für

Anlasser, Schalt- u. Steuergeräte

insbes. selbsttätige Antriebe und Motorschutzapparate vergibt

Generalvertretung

in **Nordbayern, Oberschlesien, Südbaden, Magdeburg** an gut eingeführte Ingenieurbüros. Offerte unter **E. 3509** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Die Stelle des

Geschäftsführers

unseres Unternehmens ist alsbald zu besetzen. Es kommen nur Bewerber in Frage, die eine gründliche theoretische Vorbildung und reiche Erfahrungen auf dem Gebiete der Elektrizitätsversorgung sowohl in technischer als auch in kaufmännischer Beziehung nachweisen können. Insbesondere müssen sie über hinreichende Erfahrungen im Bau und Betrieb von Hoch- und Niederspannungs-Verteilungsanlagen einschließlich Hausinstallation verfügen und mit den neuzeitlichen Werbemethoden für Stromverkauf vertraut sein.

Die Anstellung erfolgt auf Privatdienstvertrag. Die Vergütung richtet sich nach einem festen Satz, der innerhalb der Beträge der Gruppe 2 b der Preuß. Bes. Ordg. liegt. Daneben wird eine Provision vom Reingewinn gezahlt.

Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Referenzen sind bis zum 15. 8. an den unterzeichneten stellv. Vorsitzenden einzureichen. [3517]

Grünberg/Schles., den 22. 7. 1933.

Der Vorsitzende des Aufsichtsrats der Elektrowirtschaft G. m. b. H., Grünberg.
i. V.: Lemme, Bürgermeister.

Qualität ist Ersparnis
ISRING HAUSEN
D.R.W.Z.

Spezial-Federn
aus
Beryllium - Bronze-
Legierungen.

Stahlfedern für alle Verwendungszwecke.
Gebr. Isringhausen
G. m. b. H. Bielefeld.

Scheinwerfer

und sämtliche Bühnenbeleuchtungsapparate

Emil Niethammer Stuttgart-W
Elektrotechnische Fabrik Rosenbergstr. 16/18

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang | Berlin, 3. August 1933 | Heft 31

Physiologie und Technik der elektrischen Betäubung*.

Von K. Alvensleben, Berlin.

Übersicht. Es wird über die Physiologie der elektrischen Betäubung im allgemeinen und über die Technik der schmerzlosen Betäubung von Schlachtvieh durch elektrischen Strom normaler Frequenz im besonderen berichtet.

Zwei frühere Vorträge[1] beschäftigten sich mit den — das Leben und die Gesundheit bedrohenden — physiologischen Wirkungen der industriell verwendeten elektrischen Ströme. Heute möchte ich berichten, daß die Elektrotechnik damit begonnen hat, eine der sonst unangenehmen physiologischen Wirkungen des elektrischen Stromes zu verwerten, nämlich die Fähigkeit zu betäuben. Es handelt sich darum, die Schlachtung von Tieren ohne Qualen vorzunehmen.

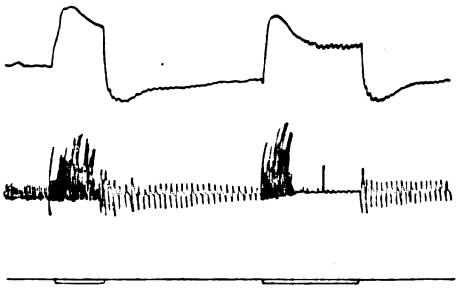


Abb. 1. Oszillogramm der Herztätigkeit (obere Kurve) und der Atmung (untere Kurve) eines Hundes unter Einwirkung eines Wechselstromes von 58 V, 42 Per/s. Stromverlauf: Vorderpfote–Hinterpfote.

Über jene Punkte meiner früheren Ausführungen, die zum Verständnis der elektrischen Betäubung notwendig sind, soll zunächst kurz berichtet werden.

Für die physiologische Wirkung des elektrischen Stromes ist entscheidend, welche Körperteile vom Strom durchflossen werden. Wenn wir nur solche schwachen Ströme betrachten, die keine Verbrennungen hervorrufen, so ist der Mensch im allgemeinen dann ungefährdet, wenn weder das Herz noch das Gehirn im Stromweg liegen. Störungen treten erst ein, wenn das Herz oder das Gehirn oder beide durchströmt werden, und auch dann nur unter Voraussetzungen, auf die ich zurückkommen werde.

Bei einem Stromdurchgang verhalten sich Herz und Hirn ganz verschieden, und über diesen wesentlichen Unterschied will ich zuerst sprechen. Kurz gesagt liegt folgender Tatbestand vor: Wird das Herz duchströmt, so tritt unter bestimmten noch zu erörternden Bedingungen der Tod ein. Wird jedoch das Gehirn vom Strom durchflossen, so tritt Bewußtlosigkeit ein, mit der ein allgemeiner Krampf (Tetanus, Spasmus) einhergeht.

Betrachten wir zunächst die Wirkung auf das Herz. Die Abb. 1 und 2 zeigen oszillographisch aufgenommen[2] Blutdruck und Atmung eines Hundes in ihrem zeitlichen Ablauf. Der Strom wurde an einem Vorderfuß zugeführt und an einem Hinterfuß abgeführt. Abb. 1 zeigt die Einwirkung eines Wechselstromes von 42 Per/s bei einer Spannung von 58 V. Die Stromstärke betrug 35 mA. Die obere Kurve gibt ein Abbild der Herztätigkeit, die untere der Atmung. Nach der Ausschaltung des Stromes kehrt der normale Zustand wieder zurück: das Tier überlebt die Einwirkung. In Abb. 2 wurde die

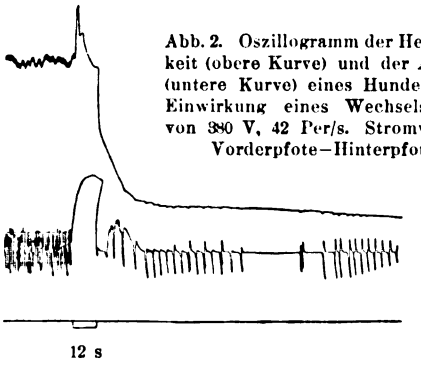


Abb. 2. Oszillogramm der Herztätigkeit (obere Kurve) und der Atmung (untere Kurve) eines Hundes unter Einwirkung eines Wechselstromes von 380 V, 42 Per/s. Stromverlauf: Vorderpfote–Hinterpfote.

Spannung auf 380 V erhöht, der Strom stieg hierbei auf 600 mA. Die Atmung (untere Kurve) setzt aus, kehrt aber wieder, die Herztätigkeit (obere Kurve) wird unterbrochen, ohne wiederzukommen, so daß das Tier verendet. Hier beim Hunde waren also 35 mA noch nicht tödlich, jedoch schon 600 mA. Wie liegen die Verhältnisse beim Menschen?

Zwei deutsche Physiologen, die Professoren Gildemeister und Boruttau, geben als untere tödliche Grenze 100 mA an. Diese Angabe stimmt gut überein mit Untersuchungen bei tödlich verlaufenen Unfällen an abgeschalteten, von benachbarten Hochspannungsleitungen elektrisch induzierten Freileitungen. Es liegen hier besonders übersichtliche Verhältnisse vor, und die Berechnungen und Messungen der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik haben als niedrigste bis jetzt bei tödlichen elektrischen Unfällen festgestellte Stromstärke in zwei verschiedenen Fällen rd. 110 mA ergeben. In einem nicht tödlichen Unfall mit vorübergehender Bewußtlosigkeit wurden 40 mA gemessen. In allen diesen Fällen handelte es sich um 50periodigen Wechselstrom und um eine Durchströmung des Herzens. Zum Vergleich seien Versuche herangezogen, die an männlichen und weiblichen Personen, Kopf- und Handarbeitern, in der Schweiz durchgeführt wurden. Dort wurden noch 20 mA 50periodiger Wechselstrom, wenn auch unter großen Schmerzen, ertragen. Bei diesen Versuchen wurde auch die Reizschwelle, d. i. die geringste fühlbare Stromstärke, zu nicht ganz 1 mA ermittelt. Das gilt aber nur bei Sinusstrom und bei großflächig umfaßten Metallelektroden. Die Empfindung ist nämlich außer von der Stromstärke noch von deren Kurvenform und von der Stromdichte abhängig. Bei kleinflächiger Berührung werden noch geringere Stromstärken als 1 mA gefühlt. Abweichungen von der Sinusform verändern die Empfindsamkeit. Steil ansteigende Ströme, wie sie ein Induktorium liefert, oder zerhackter Gleichstrom (Abb. 3) wirken also fühlbarer.

Überflüssig ist es eigentlich zu sagen, daß nicht etwa die Spannung, sondern eben die Stromstärke für die phy-

* Vortrag, gehalten am 29. XI. 1932 im Elektrotechnischen Verein. Besprechung auf S. 757 dieses Heftes.

[1] Alvensleben, ETZ 1915, S. 381 u. 398; 1926, S. 985.

[2] G. Weiß, Sur les effets physiologiques des courants électriques, Paris 1912.

Digitized by Google

siologischen Wirkungen maßgebend ist. Viele glauben sogar, daß es auf die Spannung des berührten Netzes ankommt. Das ist natürlich ganz abwegig.

Eine ganz überraschende Tatsache möchte ich noch erwähnen, nämlich daß die Wirkung höherer Stromstärken, wenn das Herz im Stromwege liegt, eine völlig andere ist, als man erwartet. Man sollte glauben, daß die tödliche Wirkung eines Stromes um so sicherer eintritt, je höher der Strom ist. Keineswegs! Bei Stromstärken über etwa 3 A tritt kein Herzflimmern mehr ein, sondern es kommt zu sofortigem Herzstillstand, der aber vorübergehend ist, wenn die Stromeinwirkung nicht über mehrere Minuten dauert.

Abb. 3. Stromkurve eines zerhackten Gleichstromes.

Ein völlig anderes Bild erhalten wir, wenn der Strom nicht durch das Herz, sondern durch den Kopf geht. Ohne nähere Kenntnis wird jeder zunächst annehmen, daß ein Strom durch ein so lebenswichtiges Organ wie den Kopf besonders lebensgefährliche Wirkungen auslösen sollte. Das ist aber nicht der Fall. Schon bei gewissen geringen Stromstärken tritt sofortige Bewußtlosigkeit, also eine Betäubung ein, wobei gleichzeitig die gesamte Muskulatur in einen Krampf (Tetanus) versetzt wird. Bemerkenswert ist, daß hierbei keinerlei Gehirnschädigung zurückbleibt. Diese Tatsache, daß ein Strom durch das Gehirn nicht tödlich ist, wenn er nicht über viele Minuten einwirkt, aber vorübergehende Bewußtlosigkeit hervorruft, wird, wie wir später sehen werden, zur Betäubung von Schlachttieren vor dem Schlachten ausgenutzt. Man hat auch versucht, diese Bewußtlosigkeit für schmerzlose Operationen zu verwenden: Elektronarkose. Die Versuche nach dieser Richtung sind noch nicht abgeschlossen.

Am bekanntesten sind die Arbeiten von Leduc geworden. Leduc arbeitete mit zerhacktem Gleichstrom (Abb. 3), den er hierfür für besonders geeignet hielt. Er war in so hohem Maße von der Unschädlichkeit seiner Elektronarkose überzeugt, daß er an sich selbst einen Narkoseversuch vornehmen ließ. Leduc hatte 5 ··· 7 mA vorgeschrieben. Seine Assistenten hatten allerdings nicht den Mut, mit der Stromstärke so hoch zu gehen und steigerten die Stromstärke nur bis 4 mA. Leduc hatte aber das Bewußtsein noch nicht verloren, jedoch sind irgendwelche schädlichen Folgen nicht zurückgeblieben. Leducs Versuche wurden am physiologischen Institut in Leipzig nachgeprüft; es zeigte sich, daß bei 0,5 mA nur die der Kathode am nächsten befindlichen Muskeln erregt werden, während Ströme von 1 mA schon sämtliche Muskeln in Krampf versetzen. Will man blitzartige Elektronarkose erzielen, so muß man sofort höhere Stromstärken von mehreren mA einschalten.

Statt zerhackten Gleichstroms kann man für die Betäubung auch sinusförmigen Wechselstrom anwenden. Kommt jemand mit dem Kopf an spannungführende Teile derart, daß der Kopf durchströmt wird, so wird er, falls die Stromstärke nicht zu niedrig ist, sofort bewußtlos, erwacht jedoch nach Beendigung der Stromeinwirkung früher oder später wieder aus dieser Bewußtlosigkeit; wann dies eintritt, hängt von Stärke und Dauer der Stromeinwirkung ab. Die verschiedene Wirkung des elektrischen Stromes auf Herz und Gehirn möchte ich Ihnen an zwei weiteren Oszillogrammen von Weiß[3] zeigen. Abb. 4 zeigt eine Kopfdurchströmung. Der Starrkrampf ruft eine Blutdrucksteigerung hervor, aber das Herz schlägt weiter. Obwohl die Stromstärke 385 mA betrug und der Stromdurchgang 35 s dauerte, ist keine dauernde Schädigung des Atmungszentrums eingetreten. Die Atmung kehrt bald wieder, das Tier stirbt also nicht etwa den Atmungstod, wenn es auch längere Zeit bewußtlos bleibt.

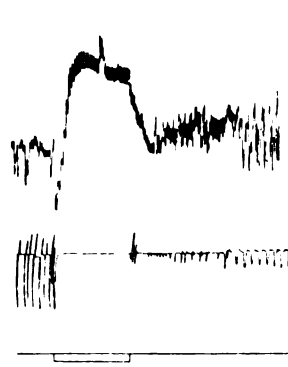
Abb. 5 zeigt dagegen eine Herzdurchströmung. Nach 5 s erfolgt der Tod infolge des Eintritts von Herzkammerflimmern.

Die Ursache des Schwindens des Bewußtseins, also des Eintretens der Betäubung, wird — wie die Bewußtlosigkeit von Epileptikern bei Krampfanfällen — auf eine rasch einsetzende Blutleere in der Großhirnrinde zurückgeführt. Wie der Epileptiker im Krampfanfall keinerlei Schmerzen empfindet, so schwindet auch, wie wir aus zahlreichen elektrischen Unfällen wissen, das Bewußtsein ohne Schmerzempfindung, wenn ein Stromübergang auf den Kopf erfolgt.

[3] S. Fußnote 2.

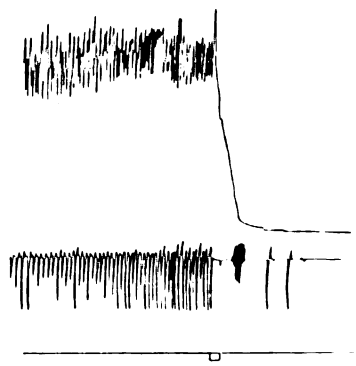
Der elektrische Reiz wirkt nämlich nicht nur auf die Skelettmuskeln, sondern auch auf die die Arterien umgebenden Muskeln und stört die Blutzufuhr zum Gehirn. Gleichzeitig tritt Krampf aller Muskeln ein. Die Versuche, Bewußtlosigkeit ohne allgemeinen Krampf zu erzeugen, haben bisher keinen Erfolg gehabt.

Die Erkenntnis, daß ein Stromdurchgang durch den Kopf Bewußtlosigkeit ohne Schmerzempfindung hervorruft, kann nun dazu benutzt werden, Tiere vor dem Schlachten elektrisch zu betäuben. Eine Betäubung ist nämlich wünschenswert, da das allgemeine Mitgefühl mit der wehrlosen stummen Kreatur fordert, daß den Tieren das Sterben nicht zum Bewußtsein kommt und ohne Quälereien, Schmerzen und Ängsten vor sich geht.



35 s

Abb. 4. Oszillogramm der Herztätigkeit (obere Kurve) und der Atmung (untere Kurve) eines Hundes bei einer Kopfdurchströmung mit 1080 V, 42 Per/s.



5 s

Abb. 5. Oszillogramm der Herztätigkeit (obere Kurve) und der Atmung (untere Kurve) eines Hundes bei einer Herzdurchströmung mit 1080 V, 42 Per/s.

Soweit heute schon Betäubungen stattfinden, so werden sie in der überwiegenden Mehrzahl der Schlachtungen durch Schlagen oder Schießen erreicht. Jedoch sind diese Verfahren nicht voll befriedigend. Beim Schlagen erleidet das Tier bei den nicht seltenen Fehlschlägen große Schmerzen. Beim Schießen wird das Gehirn verletzt und ist daher nur teilweise verwertbar. Als Folge der Gehirnverletzung tritt ein Krampf auf, der beseitigt werden muß, dazu wird z. B. ein Rohrstock durch die Schußöffnung in das Gehirn eingeführt, was grausige Reflexerscheinungen auslöst. Beim Schwein treten nach dem Bolzenschuß, wie berichtet wird, venöse Stauungen auf, die zu Blutungen in den Muskeln führen und das Fleisch minderwertig machen, sofern nicht das Schwein vor dem Schuß hochgezogen und spätestens 2 s nach dem Schuß gestochen wird.

Alle diese Nachteile werden durch die elektrische Betäubung, deren physiologische Grundlage ich Ihnen vorhin geschildert habe, sicher vermieden. Die Betäubung hält noch eine Zeit nach Abschaltung des Stromes an. Diese Zeit wird dazu benutzt, um die Schlachttiere zu stechen und entbluten zu lassen. Sie sterben also durch die Entblutung, ohne dabei Schmerzen zu empfinden, nicht etwa durch die elektrische Einwirkung. Bei der elektrischen Betäubung der Schlachttiere hat die Praxis ergeben, daß eine Durchströmung schon von 12 s zum schmerzlosen Verbluten genügt. Verwendet wird sinusförmiger Wechselstrom von 50 Per/s und eine Spannung von 70 V. Geringere Spannungen als 70 V bewirken keine genügend tiefe Narkose.

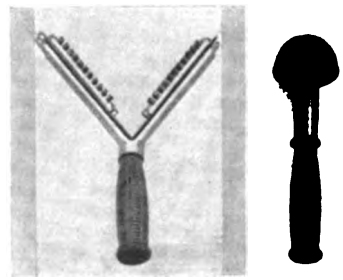


Abb. 6. Gabel- und Stabelektrode.

Verwendet werden verschieden geformte Elektroden. Stabelektroden (Abb. 6) kommen wohl nur für kleinere Betriebe und Einzelschlachtungen in Frage, da ihre Handhabung auf die Dauer zu ermüdend ist. Bügelelektroden (Abb. 7) mit 2, 3 und 4 Elektroden werden auf den Kopf oder auf Kopf und

Digitized by Google

Nacken aufgesetzt. Sie haben den Vorteil, daß der Bedienungsmann (Betäuber) eine Hand frei behält, jedoch den Nachteil, daß nicht immer alle Elektroden gleichmäßig anliegen. Die Zangenelektroden (Abb. 8) erfordern wohl beide Hände zur Betäubung, dafür sichern sie ein Anliegen beider Elektroden unter gleichem Druck.

Die Transformatoren müssen getrennte Wicklungen für Ober- und Unterspannung haben. Für jedes Gerät ist ein Transformator vorzusehen, da andernfalls bei gleichzeitigem Betäuben mehrerer Tiere mit einem einzigen Transformator infolge der unvermeidlichen Erdschlüsse Gefahren auftreten können. Die Elektroden müssen während des Nichtgebrauches entweder ausgeschaltet, oder die Geräte müssen so aufgehängt werden, daß die Elektroden nicht berührt werden können. Unter diesen Bedingungen bestehen gegen die Verwendung von 70 V auch in den feuchten oft noch mit Schwaden erfüllten Schlachträumen in unfalltechnischer Hinsicht keine Bedenken. Natürlich müssen die Apparate mit Rücksicht auf ihre Verwendung in feuchten Räumen konstruiert sein.

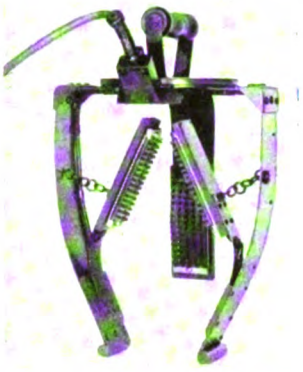


Abb. 7. Selbstklemmende dreipolige Bügelelektrode.

Die Entwicklung der Betäubungsapparate kann als abgeschlossen gelten. Es sind hier als Pioniere besonders Prof. Müller, München, und Obering. Weinberger, München, zu nennen.

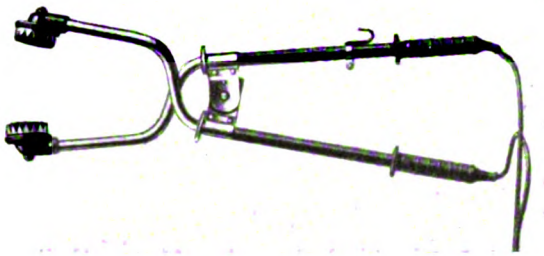


Abb. 8. Betäubungszange.

Beim Betäubungsvorgang tritt im Augenblick des Anlegens der Elektroden (Abb. 9) blitzartig Betäubung und Krampf auf. Die Tiere schreien nicht, sie strecken die Glieder, ziehen den Kopf hoch und schließen die Augen (Abb. 10). Nach einigen Sekunden sinkt der Kopf, die Muskeln entspannen sich und gehen in ein leichtes Zittern über. Das tritt nach 8 ··· 12 s ein, dann wird der Strom unterbrochen und das betäubte Tier zur Entblutung gestochen[4].

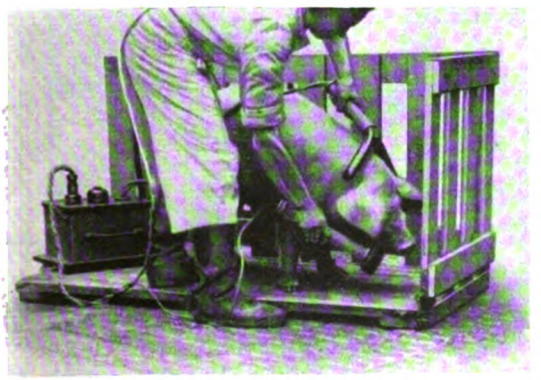


Abb. 9. Anlegen von Gabel- und Stabelektrode bei einem Schwein.

Die Entblutung ist sehr gut, da bei Beginn des Verblutens das Herz noch kräftig schlägt. Eingehende Versuche in England haben gezeigt, daß die Ausblutung nach elektrischer Betäubung besser ist als bei jeder anderen Betäubung und beim Schächten. Beim Schächten ist das Ausbluten etwa 13 % geringer und bei vorhergehender Betäubung mit der Bolzenpistole sogar 20 ··· 30 % geringer.

Die elektrische Betäubung hat gegenüber den anderen Verfahren noch den weiteren Vorteil, daß sie billig ist, keine verwertbaren Teile zerstört, keine Muskelblutungen hervorruft und für das Bedienungspersonal ungefährlich ist (Unfälle beim Schießen).

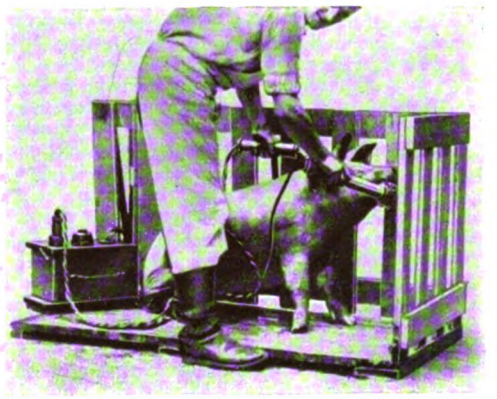


Abb. 10. Verhalten des Schweines beim Einschalten des Stromes.

Bisher hat sich die elektrische Betäubung vor allem beim Schlachten der Schweine eingeführt.

Im Laufe der Zeit wird die elektrische Betäubung wohl immer mehr zur Anwendung kommen. Sie ist besonders da am Platze, wo andere Betäubungsverfahren aus besonderen Gründen nicht angewendet werden können. Ich meine hier das Schächten (koscheres Schlachten), bei dem aus religiösen Gründen vom Schlagen oder Schießen der Tiere Abstand genommen wird. Leider lehnen die strenggläubigen Juden z. Z. noch die elektrische Betäubung ab. Sie legen bekanntlich gewisse Stellen in der Heiligen Schrift so aus, daß das Tier vor dem Verbluten nicht beschädigt werden darf, was allerdings bei den üblichen Betäubungsverfahren geschieht. Leider sind sie noch der Ansicht, daß auch durch die elektrische Betäubung das Tier innerlich verletzt würde. Aus Untersuchungen geschlachteter und vorher elektrisch betäubter Tiere hat sich jedoch ergeben, daß dies nicht zutrifft. Die gleiche Erfahrung wurde auch bei der Obduktion elektrisch Getöteter gemacht, obwohl hier vielfach höhere Stromstärken als bei der Betäubung einwirken. Ich selbst habe einer größeren Zahl solcher Obduktionen beigewohnt; niemals sind aber sichtbare Blutungen gefunden worden. Den besten Beweis liefern aber die mehr oder weniger schwer Kopfverletzten, die mit dem Leben davongekommen sind und von denen ich einige gebeten habe, sich Ihnen hier vorzustellen. Ich zeige Ihnen zunächst das Bild eines Verletzten (Abb. 11), der durch Berührung von 30 000 V mit dem Kopf infolge der hohen Stromstärke schwer verletzt wurde. Innere Verletzungen sind nicht eingetreten. Weiter stelle ich Ihnen Herrn G. vor, der spannungführende Teile von 380 V mit dem Kopf berührt hat. Die Herren werden Ihnen auch das früher Gesagte bestätigen, nämlich daß sie irgendwelche Schmerzen im Augenblick des Unfalls nicht gehabt haben.

Abb. 11. Brandwunden infolge Berührens einer 30 000 V-Leitung mit dem Kopf.

[4] An dieser Stelle wurde eine Betäubung von Schweinen im Film vorgeführt.

Digitized by Google

Allerdings wurde über einen Fall von schwerer großflächiger tödlicher Gehirnblutung nach elektrischem Schlage in der Zeitschrift für Medizinalbeamte berichtet. Diesen Fall habe ich untersucht. Zur Überraschung stellte es sich heraus, daß der Fall vollkommen anders lag. Der Tote war 3 Monate vorher in eine Schlägerei verwickelt gewesen. Wie schwer diese war, mögen Sie daraus ersehen, daß er die ganze Nacht bewußtlos war, dann 4 Wochen im Krankenhaus liegen mußte und auch später dauernd unter Kopfschmerzen litt, besonders am Tage vor seinem Tode, an dem er jede Nahrungsaufnahme verweigerte. Elektrische Anlagen waren, wie die Untersuchung ergab, auch gar nicht in greifbarer Nähe gewesen. Der als Obergutachter hinzugezogene Pathologe lehnte ebenfalls eine elektrische Stromeinwirkung als Ursache der Blutung ab.

Der Einwand, daß die elektrische Betäubung das Tier verletzt, ist demnach nicht stichhaltig.

Das elektrische Betäuben wäre also gerade beim Schächten angebracht. Das Schächten ohne Betäubung ist nämlich eine grausame Handlung. Allerdings behaupten einige Verteidiger der Schächtung, daß der Schächtschnitt eine Schockwirkung und dadurch Bewußtlosigkeit erzeugt. Das ist leider nicht der Fall. Werden nämlich die Tiere vorher nicht gefesselt, so sieht man das Grauenerregende und Furchtbare dieser Schlachtungsweise. Ich zeige Ihnen zum Beweis[5] die Schächtung eines ungefesselten Schafes. Wohl unterliegt das Tier im Augenblick des Schächtschnittes einer Schockwirkung; sie ist aber nur ganz kurz. Das Tier springt hoch und sucht zu fliehen, u. zw. stets richtig nach der freien Seite. Auch alle seine anderen Bewegungen sind folgerichtig, bis endlich infolge des Blutverlustes sich die herannahende Ohnmacht bemerkbar macht. Man muß daraus schließen, daß durch den Schächtschnitt die Tiere nicht bewußtlos sind, denn im bewußtlosen Zustand würden die Tiere keine vernünftigen Bewegungen und Handlungen vornehmen. Genau die gleichen Erfahrungen macht man übrigens auch bei Menschen, die durch Unfall- oder Stichverletzungen verbluten. Stets zeigt sich, daß der Verblutende, wenn er nicht gerade einen tödlichen Herzstich erhalten hat, in seiner Todesangst noch geflohen ist und dabei zunächst folgerichtig gehandelt hat. Bei sofort eintretender Bewußtlosigkeit hätte er sich nicht fortbewegen können. Die elektrische Betäubung hat jedoch eine wirkliche Bewußtlosigkeit zur Folge. Wenn die Tiere nach der elektrischen Betäubung wieder zum Bewußtsein kommen, haben sie absolut keine Scheu oder Furcht vor dem Menschen; eine Schmerzempfindung ist also sicher nicht vorhanden gewesen. Während des Betäubungszustandes öffnet sich zwar nach der Stromunterbrechung das Auge wieder, aber ein Hornhautreiz ist nicht vorhanden. Das Tier unternimmt beim Stechen keine Abwehrbewegungen; es machen sich nur geringe Reflexbewegungen an den Hinterbeinen bemerkbar, aber nicht einmal in dem Ausmaße, wie nach dem Bolzenschuß, obwohl hier die Bewußtlosigkeit wegen der Zerstörung von Gehirnteilen nicht bezweifelt werden kann.

Ich werde jetzt noch einige Tierbetäubungen vornehmen, damit Sie sich selbst überzeugen können, daß die elektrische Betäubung so ausgezeichnet arbeitet, daß ihre Nichtverwendung nicht mehr zu rechtfertigen ist[6].

Das Schächten ohne Betäubung entspricht wohl schon lange nicht mehr unseren Kulturbegriffen. Es war noch zu verstehen, so lange die anderen bekannten Betäubungsverfahren das Tier anatomisch verletzten, so daß das Fleisch als unrein betrachtet wurde. Nachdem jedoch die Elektrotechnik die Möglichkeit eines schmerzlosen Schächtens ohne Verletzung des Tieres geschaffen hat, darf man wohl die Erwartung aussprechen, daß dies mitleidslose Verfahren nunmehr verschwindet. Es ist sogar zu hoffen, daß mit der Zeit auch die üblichen Betäubungsverfahren, das Schlagen und Schießen, von der elektrischen Betäubung ganz verdrängt werden.

(*Die Besprechung des Vortrages folgt auf S. 757 dieses Heftes.*)

[5] Die Bilder sind hier fortgelassen.

[6] Hier folgten Betäubungen von Karpfen, Schleien, Hühnern und einer Pute.

Hydromechanischer Schlupfumformer.

Von Dr. Dr. **F. Marguerre**, Mannheim.

Übersicht. Es wird ein neuer Schlupfumformer für Netzkupplung und Betrieb von Generatoren verschiedener Frequenz von einer Primärmaschine aus beschrieben und seine Wirkungsweise erläutert.

Das Problem der elastischen Kupplung von Wechselstromnetzen verschiedener Frequenz ist in letzter Zeit durch die laboratoriumsmäßige Entwicklung der Quecksilberumrichter auf einen ganz neuen, für die Zukunft viel versprechenden Weg gebracht worden. Trotzdem mag es nicht ohne Interesse erscheinen, eine neue, außerordentlich einfache robuste und auch billige Art der Kupplung zweier relativ zueinander schlüpfender Netze mitzuteilen, die sowohl für die Umformung als auch — im Gegensatz zu den Umrichtern — zur gleichzeitigen Erzeugung von verschiedenen Frequenzen von der gleichen Primärmaschine aus dienen kann und die gegenüber den bisherigen elektrischen Schlupfeinrichtungen wesentliche Vorteile aufweist, und ihre Betriebsbedingungen und wirtschaftlichen Grundlagen zu erläutern.

Das Prinzip der Kupplung ist die Verbindung zweier gewöhnlicher Synchronmaschinen mittels eines geeigneten Zahnradgetriebes und einer hydraulischen Schlupfkupplung nach der Bauart von Föttinger. Die an sich bekannte Wirkungsweise dieser Kupplung sei an Hand von Abb. 1 kurz erläutert. Von den beiden Hälften der Kupplung kann man die antreibende als Pumpe, die angetriebene als Turbine betrachten, wobei jede Art von festen Leitapparaten fehlt. Der erforderliche Umlauf der Flüssigkeit kommt dadurch zustande, daß die Pumpe, der antreibende Teil, etwas schneller läuft als der angetriebene. Das übertragene Drehmoment ist hierbei dem Schlupfe direkt proportional, ebenso aber auch die Verluste der Kupplung, da das Drehmoment für beide Kupplungshälften dasselbe bleiben muß. Hieraus ergibt sich, daß Energieübertragung nur in einer Richtung erfolgen kann, u. zw. von der schneller laufenden Seite nach der langsamer laufenden hin. Um zwei synchronlaufende Maschinen gleicher Umdrehungszahl zu kuppeln, bedarf es daher der weiteren Zwischenschaltung eines Getriebes, welches den Schlupf der Kupplung wieder aufhebt. Hat diese z. B. einen Schlupf von 1,5 %, so muß die antreibende Maschine zunächst auf ein Getriebe arbeiten mit der Übersetzung 1 : 1,015, so daß durch Zwischenschaltung der Kupplung zwischen diesem und der anzutreibenden Maschine der gewünschte Synchronismus wieder erreicht wird; das Übersetzungsverhältnis muß noch, je nach den Frequenzschwankungen, vergrößert werden. Weichen die synchronen Drehzahlen der beiden Maschinen voneinander ab, so ist dem Getriebe das entsprechende Übersetzungsverhältnis zu geben, wieder aber mit der Abweichung, wie sie das Einschalten der Kupplung bedingt.

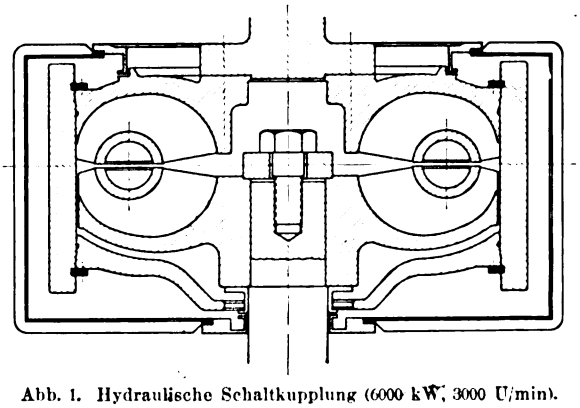


Abb. 1. Hydraulische Schaltkupplung (6000 kW, 3000 U/min).

Die Einschaltung eines Zahnradgetriebes stellt nun durchaus nicht eine Verteuerung dar. Während bei einer elektrischen Schlupfeinrichtung z. B. für 50 und 16⅔ Per/s Maschinen praktisch nur mit 1000 oder 500 U/min

Digitized by Google

Das große Lichtbedürfnis

der meisten Lichtverbraucher wird befriedigt durch eine Hochleistungs-Lampe, wie es die gasgefüllte OSRAM-Lampe ist.

OSRAM

Der patentierte Spiralkristall-Draht in Verbindung mit der geschützten Edelgasfüllung und dem aus hochwertigen Silikatschmelzen bestehenden Glas von außerordentlicher Homogenität und Lichtdurchlässigkeit gibt dem Lichtverbraucher in der gasgefüllten OSRAM-Lampe einen Lichtspender von großer Wirtschaftlichkeit.

17

Digitized by Google

Richtig disponieren

können Sie nur dann, wenn Sie sich durch einen Besuch der

Leipziger Herbstmesse 1933

vom 27. bis 31. August

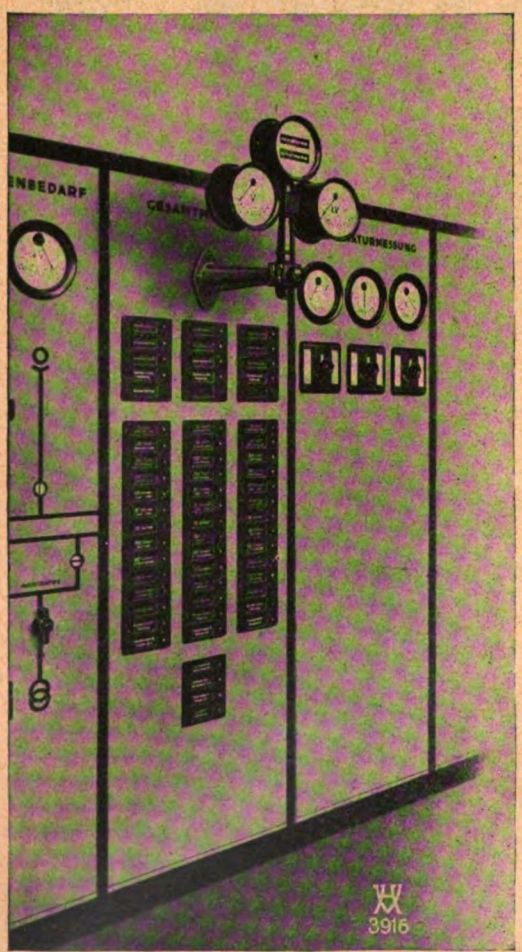
davon überzeugen, was hier in

Beleuchtungskörpern
jeder Art

Neues und Vorteilhaftes gezeigt wird!

Verlangen Sie noch heute Auskünfte vom

LEIPZIGER MESSAMT / LEIPZIG



Zusammenfassung der Meldung von Betriebsvorkommnissen durch

Lichtfachrelais

in Mehrfach-Anordnung

Anfragen erbeten an:

VOIGT & HAEFFNER
AKTIENGESELLSCHAFT
FRANKFURT A. M.

Digitized by Google

ausgeführt werden können, läßt sich hier für jede Maschine die wirtschaftlichste Drehzahl wählen; auch die Getriebeverluste werden durch günstigere Wirkungsgrade mindestens zum größten Teil ausgeglichen.

Die eben geschilderte Föttinger-Kupplung ist, wie weiter unten dargelegt wird, in der Lage, sämtliche Anforderungen an die Regelung zu erfüllen, soweit die Übertragung nach einer Richtung, beispielsweise von einem Drehstrom- in ein Einphasennetz erfolgt. Eine Rückübertragung der vollen Leistung wird erst dann möglich, wenn die normale Netzfrequenz des belieferten Netzes um den normalen Schlüpfungsbetrag der Kupplung überschritten wird; also beim obigen Beispiel bei 1½ % Schlüpfung und entsprechender Räderübersetzung würde bei 1½ % relativer Frequenzerhöhung des Einphasennetzes die Rückübertragung beginnen und bei 3 % die volle Leistung zurückübertragen werden.

Eine solche Rückübertragung bei stark veränderter Periodenzahl würde in vielen Fällen als Notsicherung ausreichend sein, falls eine betriebsmäßige Rücklieferung nicht verlangt wird. Wird jedoch eine dauernd wechselnde Übertragungsrichtung gewünscht, so läßt sich dieses mit einer Verdoppelung des Getriebes in vollständiger Weise erreichen.

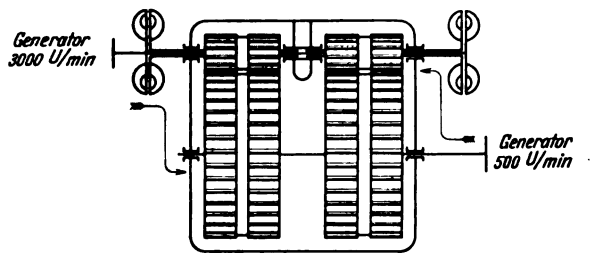


Abb. 2. Schlupfgetriebe (6000 kW).

Abb. 2 läßt die Anordnung des Getriebes und diejenige der Kupplungen für diesen Fall erkennen. Bei Übertragung von der Drehstromseite auf die Einphasenseite ist die eine Kupplung mit Flüssigkeit gefüllt, überträgt die Energie durch die äußere Welle auf das näher gelegene Ritzel, hierdurch auf das große Rad und von hier auf die Einphasenmaschine. Bei Rückübertragung wird die andere Kupplung gefüllt, und die Übertragung erfolgt durch die innere Welle des Ritzels auf die raschlaufende Drehstrommaschine. Jedes der Getriebe hat ein Übersetzungsverhältnis, welches um den Schlupfbetrag zuzüglich zugelassener Frequenzschwankung von der mittleren Übersetzung abweicht. Konstruktiv ist darauf hinzuweisen, daß dort, wo die Welle als Innenwelle durch eine andere durchgeht, nur reine Führungslager ohne Lagerkräfte und mit sehr geringen relativen Umdrehungen in Betracht kommen: die aus den Drehmomenten resultierenden Lagerkräfte werden immer von den normalen Außenlagern übernommen.

Ehe die Wirkungsweise der Kupplung zahlenmäßig betrachtet wird, erscheint es zweckmäßig, diejenigen Bedingungen, die an die Kupplung zweier Netze gestellt zu werden pflegen bzw. zu stellen sind, zu betrachten.

Die erste Frage ist die nach den zu überwindenden Frequenzschwankungen. Die allgemeinen Versorgungsnetze können heute als außerordentlich stabil angesehen werden, und größere Schwankungen als höchstens ± 0,5 % kommen im normalen Betriebe nicht mehr vor. Es ist daher nur notwendig, mit dieser Schwankung zu rechnen, und im übrigen zu verlangen, daß bei stärkeren, durch Störungen verursachten Schwankungen keine zusätzlichen Störungen in einem Doppelgenerator oder in einem Umformer auftreten.

Ist das zweite Netz ein Bahnnetz, so ist die Konstanz der Periodenzahl geringer, jedoch gegenüber früher stark gestiegen, und man wird über 2 ··· 3 % Schwankungen nicht zugrunde zu legen brauchen; ist das zweite Netz auch ein allgemeines Versorgungsnetz, so ist mit besserer Konstanz zu rechnen.

Bisher ist es allgemein üblich gewesen, von einer Regeleinrichtung zu verlangen, daß sie bei Plus- und Minusabweichungen des liefernden Netzes in gleicher Weise Energie zu übertragen imstande sein mußte. Es mußte also sowohl, wenn das belieferte Netz um 3 % zu langsam lief, die volle Leistung übertragen werden können, als auch wenn es um 3 % zu schnell lief; in ähnlicher Weise sollte die Rückübertragung geschehen. Die Erfüllung dieser Forderung war bei den meisten Schaltungen der elektrischen Schlupfumformer ohne weiteres möglich und die Bedingung daher von den Lieferern zugestanden. Es muß aber bestritten werden, daß diese Forderung — von Ausnahmefällen abgesehen — innerlich berechtigt sei: denn es besteht in einem Netz, welches zu schnell läuft, Energieüberschuß, und es ist das Natürliche und Nächstliegende, die Periodenzahl durch Beeinflussung der Primärmaschinen herabzuregeln, oder, falls dies nicht geschieht, es als erwünschten Ausgleich anzusehen, wenn der Kupplungsumformer den Energieüberschuß nicht noch vermehrt, sondern von selbst die Energiezufuhr vermindert. Umgekehrt ist es genau ebenso erwünscht, daß, wenn infolge von Störungen im liefernden Netz dessen Frequenz abfällt, auch in demselben eine Entlastung durch verminderte Übertragung in das belieferte Netz eintritt. Es ist also auch hier die volle Übertragung vom relativ zu langsamen Netz in das schnelle in der Regel entbehrlich. Auf der anderen Seite ist es noch als wünschenswert anzusehen, daß, wenn das belieferte Netz infolge von Betriebsstörungen einen besonders starken Periodenabfall erleidet, nicht noch ein weiterer Ausfall der Energiezufuhr dadurch entsteht, daß der Kupplungsumformer infolge Überschreitung des Konstruktionsschlupfes gleichfalls herausgeworfen wird, was bekanntlich bei gewissen elektrischen Schlupfeinrichtungen grundsätzlich der Fall ist. Die bisher üblichen Bedingungen entsprechen also durchaus nicht allen wahren Bedürfnissen, für deren Befriedigung Geld aufzuwenden richtig ist.

Im übrigen muß die Regelung der übertragenen Leistung innerhalb der Grenzen der Maschinenbemessung und der vorgesehenen Frequenzabweichungen möglich sein,

a) auf konstante Leistung,
b) auf proportionale Übernahme der Belastung und
c) auf Übernahme der eigentlichen Belastungstöße.

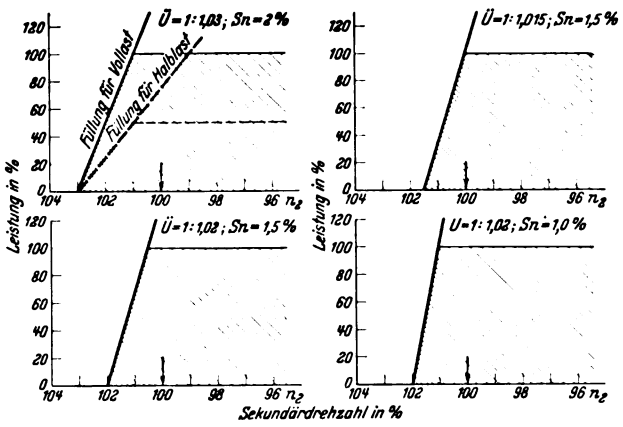
Es wäre nun zu prüfen, wie die oben beschriebene Kupplung den erörterten Bedingungen entspricht. Ihre Wirkungsweise läßt sich an Hand der nachstehenden Diagramme leicht übersehen. Es genügt, bei der Betrachtung nur die Übertragung nach einer Seite ins Auge zu fassen; die Rückübertragung des zweiten Getriebes unterliegt den gleichen Gesetzen.

Das Grundgesetz der Kupplung ist, daß das Drehmoment der Schlüpfung genau proportional ist: wenn die Konstruktionsdaten der Kupplung 2 % Schlupf bei Vollast ergeben, so ist bei Halblast der Schlupf 1 % usw. Der Konstruktionsschlupf ist der erste bestimmende Faktor für das Uebersetzungsverhältnis des Getriebes. Des weiteren muß man das Übersetzungsverhältnis (auf gleiche Drehzahl umgerechnet gedacht) verschieden wählen, je nachdem welche Frequenzdifferenz für die volle Leistungsübertragung bemessen werden soll. Hat man z. B. einen Schlupf von 2 % und eine Übersetzung von 1 : 1,02, so wird man bei gleicher Frequenz auf beiden Seiten die volle Leistung übertragen können. Sinkt die Frequenz auf der antreibenden Seite um 1 %, so wird nur noch die halbe Leistung, und bei Sinken um 2 % keine Leistung mehr übertragbar sein. Legt man nach den eingangs gegebenen Darlegungen zugrunde, daß die Drehstromfrequenz um ± ½ % betriebsmäßig schwankt, daß also die Übertragung bei um ½ % verminderter Drehstromfrequenz auf ein normal laufendes Einphasennetz erfolgen soll, so muß bei einem Konstruktionsschlupf von 2 % die Übersetzung 1 : 1,025 sein, bei einem Schlupf von 1,0 % dagegen 1 : 1,015. Es ist offensichtlich möglich, allen nur erdenklichen Anforderungen auf Schlüpfungsmöglichkeiten zwischen den Netzen durch Wahl des Übersetzungsverhältnisses nachzukommen. Der Nachteil ist nur der, daß mit zunehmendem Zusatzschlupf der mittlere Wirkungsgrad sinkt, da die Verluste in der Kupplung in Prozenten stets gleich dem prozentualen Schlupf sind. Wählt man z. B. das Übersetzungsverhältnis 1 : 1,03, so wird bei dem als normal anzusehenden Fall richtiger Frequenzen in beiden Netzen der Verlust in der Kupplung 3 % sein; man hat demnach die größere Schwankungsmöglichkeit zwischen den Periodenzahlen bzw. die Übertragungsmöglichkeit der vollen Leistung bei z. B. 1½ % verminderter primärer Periodenzahl durch entsprechenden Wirkungsgradverlust erkauft. Bei elektrischen Schlupfeinrichtungen entstehen mit steigenden Anforderungen an den Schlupf ähnliche Verhältnisse; dort machen sie sich mehr in den für höheren Schlupf stark ansteigenden Anlagekosten — die bei der Schlupfkupplung vollständig unberührt bleiben — bemerkbar, während die Verluste in geringerem Maße ansteigen.

In den Diagrammen (Abb. 3), in welchen die Abszissen die relativen Sekundärdrehzahlen, die Ordinaten die Übertragungsleistung in Prozenten der Vollast darstellen, sind verschiedene Fälle des Übersetzungsverhältnisses und

Digitized by Google

des Konstruktionsschlupfes der Kupplung wiedergegeben. Man ersieht hieraus, daß man die Verhältnisse grundsätzlich beliebig in der Hand hat und sich nur im Hinblick auf den Wirkungsgrad Beschränkungen in der Übertragung von dem zu langsamen in das schnellaufende Netz hinein auferlegen wird. Besonders sei darauf hingewiesen, daß das waagerechte Abbiegen der Kurven bei Vollast in keiner Weise durch die Kupplung, sondern lediglich durch die Belastbarkeit der elektrischen Maschine bedingt ist. Die Kupplung verträgt jede beliebige Überlastung in bezug auf Leistung und in bezug auf Schlupf, im Gegensatz zu den elektrischen Schlupfeinrichtungen. Diese hohe Überlastung ist auf entsprechend kurze Zeit beliebig ausnutzbar, soweit es die Erwärmungsgrenze der elektrischen Maschinen erlaubt, während die Ausnutzbarkeit bei den elektrischen Einrichtungen fortfällt, da hier Funkenbildungen an den Kommutatoren u. dgl. mehr auftreten, die auch eine kurzzeitige Überschreitung der Leistung bzw. der Frequenzabweichung ausschließen.



$Ü$ Übersetzungsverhältnis des Getriebes reduziert auf gleiche Frequenz
Sn Konstruktionsschlupf des Getriebes für Vollast in Prozent
n_2 relative Sekundärzahl in Prozent

Abb. 3. Charakteristik (Leistung als Funktion der Frequenzabweichung) der hydraulischen Schlupfkupplung.

Kommen sehr große relative Frequenzabweichungen im belieferten Netz vor, z. B. mehr als 5 %, so kann es zweckmäßig sein, auch bei einseitiger Übertragung ein Doppelgetriebe vorzusehen, von welchem das eine nach den obigen Darlegungen normal, also z. B. 1 : 1,02, das andere für den langsamen Periodenbereich des belieferten Netzes z. B. 1 : 0,99 übersetzt. Man braucht dann nicht mit schlechtem Wirkungsgrad in diesem Bereich zu arbeiten. Das Verfahren läßt sich also allen Betriebsbedingungen anpassen.

Die ganze Regelung wird dadurch bewerkstelligt, daß die Kupplung gefüllt und entleert wird. Die sowieso zur Abführung der Verluste durch einen Kühler umlaufende Kupplungsflüssigkeit braucht nur in ihrer Menge nach oben oder unten geregelt zu werden. Diese Regelung geschieht in Abhängigkeit von elektrischen Relais und kann genau eingestellt werden wie bei der elektrischen Kupplung der Netze.

Wird z. B. verlangt, daß die Niederfrequenzmaschine vorwiegend alle Stöße aufnimmt, so wird man die Leistungsregelung von der Frequenz des belieferten Netzes abhängig machen und die Kupplung bei dort abfallender Frequenz füllen, bei ansteigender entleeren, sofern nicht der natürliche Schlupf der Kupplung bereits zur Übernahme dieser Stöße ausreicht. Dieses würde dann der Fall sein, wenn der Kupplungschlupf größer wäre als der natürliche Drehzahlabfall der im übrigen Niederfrequenznetz arbeitenden Primärmaschinen. Dies dürfte allerdings in der Regel nicht der Fall sein, so daß eine gewisse Unterstützungsregelung besonders dann notwendig wird, wenn die Schlupfmaschine den Hauptteil der Stöße übernimmt.

Wird dagegen verlangt, daß das belieferte Netz (z. B. entsprechend einem Stromlieferungsvertrag) konstante Leistung erhält, so wird man die Füllung der Kupplung von einem wattmetrischen Relais abhängig machen, welches bei sinkender Leistung die Kupplung füllt, bei steigender entleert.

In allen Fällen ist ein übergeordneter Impuls notwendig, um Überlastungen der elektrischen Maschinen im Falle größerer Frequenzschwankungen in einem der beiden Netze zu vermeiden. Frequenzschwankungen werden grundsätzlich innerhalb der technischen Möglichkeiten, die die Bemessung der Kupplung und des Übersetzungsverhältnisses von vornherein ergeben haben, mit übernommen; man kann auch von ihnen aus weitere Regelimpulse entnehmen.

Sollte die Kupplung dazu dienen, nicht einen Umformer, sondern zwei Primärgeneratoren, die von der gleichen Antriebsmaschine bedient werden, zu verbinden, so kann es erwünscht sein, zur Vermeidung der Übertragung der Stöße des Niederfrequenznetzes (Bahn) auf das Drehstromnetz eine zusätzliche Regelung einzuführen, welche von der Bahnleistung aus direkt den Turbinenregler beeinflußt; hierbei bleiben alle oben behandelten Regelfälle grundsätzlich unverändert.

Die Regeldauer für den Übergang von Leerlauf auf Vollast entspricht derjenigen normaler Primär-Kraftmaschinen.

Die Wirtschaftlichkeit einer Einrichtung hängt von den Anlagekosten und vom Wirkungsgrad ab. Die Anlagekosten der neuen Einrichtung werden verschieden ausfallen, je nachdem einseitige oder zweiseitige Übertragung erforderlich ist.

Als preisbildende Momente stehen für eine Kupplung von 50 auf 16⅔ Per/s, verglichen mit dem alten System, folgende einander gegenüber:

a) Bei der elektrischen Kupplung: Höchste Drehzahl von 1000 für die asynchrone Schlupfmaschine bei 50 Per/s, große zusätzliche Regeleinrichtungen und eine Drehzahl von 1000 für den 16⅔ Per/s-Generator, oder schlechtere Drehzahl von 500 für 50 Per/s, die die bessere von 500 für 16⅔ Per/s ausgleicht; größere Gebäude und Fundamente.

b) Bei der mechanischen Kupplung: 3000 U/min bzw. wirtschaftlichste Ausführung des Drehstrom-Synchron-Generators, 500 U/min beim Niederfrequenz-Generator; bei einseitiger Übertragung einfache Übersetzungsgetriebe und eine kleine, mit der höheren der verwendeten Umdrehungszahlen laufende Schlupfkupplung; bei doppelseitiger Übertragung ein weiteres Getriebe mit Kupplung; geringerer Raumbedarf und billigere Fundamente.

Wirklich genaue, allgemein gültige Vergleiche sind schwer durchzuführen, da die Angebotspreise oft von verschiedenen Kalkulationsgrundlagen ausgehen und auch die Wirkungsgradwerte oft nicht ohne weiteres erklärliche Abweichungen untereinander aufweisen. Die durchgeführten Vergleiche sind unter möglichster Ausschaltung dieser Fehlerquellen durch Zusammenstellung einer größeren Anzahl von Werten und Ausgleichung der Unterschiede durch Kurven gewonnen worden.

Ein weiterer schwieriger Punkt beim Vergleich ist die Frage, welche Konstruktions-Schlupfgröße einzusetzen ist. Dies wird bis zu einem gewissen Grade von den besonderen Verhältnissen abhängen. Im allgemeinen wird es so sein, daß es erwünscht ist, eine große Schlupfmöglichkeit in der Richtung, daß das empfangende Netz in der Periodenzahl abfällt, zu haben; der umgekehrte Fall wird viel seltener sein. Die Schlupfkupplung erlaubt in dieser Beziehung jedes Sinken des angetriebenen Netzes, während die elektrische durch ihre Konstruktionsdaten beschränkt ist. Für einen allgemeinen Vergleich dürfte es der Billigkeit entsprechen, einen Regelsatz mit nicht weniger als 2 ··· 3 % Schlupfmöglichkeit mit der Kupplung in Vergleich zu setzen. In Sonderfällen, wo dieses nicht zutrifft, wären besondere Vergleiche notwendig.

Für die hydraulische Kupplung wurde die Forderung gestellt, daß volle Leistungsübertragung in das mit normaler Frequenz laufende Empfangsnetz auch dann noch möglich ist, wenn die Lieferfrequenz um ½ % gesunken ist (was bei normaler Primärfrequenz ½ % Überfrequenz im Empfangsnetz entspricht); im übrigen wird dann ein Konstruktionsschlupf von 1,5 ··· 1 % zugrunde gelegt.

Verschiedene Preisberechnungen auf Grund von Angeboten, die auf möglichst gleicher Basis errechnet waren, haben ergeben, daß bei Übertragung von 50 auf 16⅔ Per/s die Preise einer Umformergruppe mit Schlupfgetriebe mit beiderseitiger Übertragungsmöglichkeit rd. 75 % und mit einseitiger Übertragungsfähigkeit rd. 70 % des Preises eines Umformers mit Regelungskaskade betragen.

Legt man diese Preisdifferenz zugrunde und berücksichtigt ferner, daß Wartung und Unterhalt der robusten hydraulischen Kupplung wohl stets geringer als die eines

Digitized by Google

elektrischen Schlupfumformers angesehen werden dürfen, so findet man unter Zugrundelegung einer Benutzungsdauer von rd. 3000 h auf die Vollast nach R.E.M. bezogen und eines Drehstrompreises von 2 Pf, daß gleiche Wirtschaftlichkeit bei einem um rd. 5 % schlechteren Wirkungsgrad des hydraulischen Schlupfumformers entsteht.

Tatsächlich haben die Vergleichsberechnungen ergeben, daß der Wirkungsgrad des hydraulischen Schlupfumformers (unter den weiter oben angegebenen Voraussetzungen) bei zweiseitiger Übertragungsrichtung bei Vollast 1 ··· 1,4 %, bei Halblast 0,7 ··· 1,1 % niedriger liegt als der des elektrischen Schlupfumformers. Falls nur einseitige Übertragung verlangt wird, beträgt der Unterschied bei Vollast 0,6 ··· 1 %, bei Halblast nur 0,2 %.

Diese Differenzen können bei Verminderung des Konstruktionsschlupfes, der mit 1½ % angenommen wurde, auf 1 % noch weiter verkleinert werden; dabei sind die Verluste in den Zahnrädern und in den Lagern auf Grund sorgfältiger Ermittlungen der Firma J. M. Voith, Heidenheim, welche die Kupplungen und das Getriebe baut, eingesetzt. Die Wirkungsgradunterschiede liegen also weit unterhalb derjenigen, die nach dem Unterschied in den Anlagekosten zulässig wären. Dies gilt besonders für den Fall einseitiger Übertragung, der in vielen Fällen den wirklichen Bedürfnissen vollauf genügen würde. Bei der einfachen und robusten Bauart der Kupplung dürften ferner keine Bedenken bestehen, derartige Umformer auch bedienungslos mit Fernsteuerung laufen zu lassen.

Transformatoren als Oberwellenerzeuger.

Von **E. Hueter**, Darmstadt.

Übersicht. Das theoretisch schon verschiedentlich betrachtete Problem[1] soll in folgendem mit einfachen Mitteln übersichtlich behandelt, vor allem aber durch Oberwellenregistrierungen aus verschiedenen Betrieben beleuchtet werden. Es ergibt sich als wichtigste Erkenntnis, daß es in vielen Fällen möglich sein wird, durch Vermeidung ungünstiger Netzschaltungen die Oberwellenstörungen weitgehend einzuschränken.

Der Einphasentransformator nimmt, an sinusförmige Spannung gelegt, einen Magnetisierungstrom auf, in dem sämtliche ungeradzahligen Harmonischen mit schnell sinkendem Betrage enthalten sind. Für den symmetrischen Drehstromtransformator gilt im wesentlichen dasselbe mit dem Unterschied, daß diejenigen Oberwellen, deren Ordnungszahl durch 3 teilbar ist, nur bei Vorhandensein eines Nulleiters oder in einer etwaigen Dreieckwicklung einphasig fließen können. Nun ist zwar der übliche Drehstromtransformator nicht ganz symmetrisch; in der Regel werden sich aber die dreifachen Frequenzen der meist sehr zahlreichen Transformatoren gegenseitig annähernd aufheben, wenn nicht etwa alle Transformatoren gleichmäßig, also immer mit dem Mittelschenkel an derselben Phase, angeschlossen sind, eine Maßnahme, für die vielleicht die Ordnungsliebe spricht, die aber vermieden werden sollte, damit sich durch die Mischung die an sich nicht vorhandene Symmetrie wieder ergibt[2].

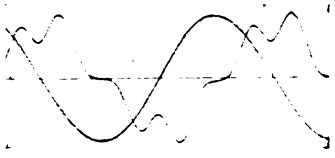


Abb. 1. Magnetisierungstrom des symmetrischen Drehstromtransformators in Y/Y-Schaltung.

Es verbleiben somit praktisch die 5., 7., 11., 13., ... Harmonische; bei durchschnittlichen Verhältnissen und sinusförmiger Spannung kommt ein Magnetisierungstrom zum Fließen, wie ihn Abb. 1 zeigt, in dem die 5. Harmonische mit größenordnungsmäßig 10 % die Hauptrolle spielt[3]. Wird der Transformator umgekehrt mit sinusförmigem Strom gespeist, so ergibt sich eine verzerrte Spannung, in der gleichfalls die 5. Harmonische mit etwa 10 % am meisten hervorzutreten pflegt.

Nun ist festzustellen, daß man in den Netzen nicht selten erheblich höhere Spannungsverzerrungen als 10 % feststellen kann auch dann, wenn offensichtlich keine anderen Ursachen als die verzerrenden Einflüsse der Transformatoren vorliegen. Offenbar müssen besondere Vorgänge im Spiel sein; sie sollen zunächst kurz betrachtet werden.

Wird ein Transformator gemäß Abb. 2 von einem Generator über dessen eigene Induktivität[4] und etwa Leitungs- und sonstige Induktivitäten und Widerstände, die sämtlich in L und R zusammengefaßt sein sollen, gespeist, so werden im allgemeinen sowohl der Strom als auch die Spannung verzerrt sein, und es wird Wirk- und Blindleistung höherer Frequenz umgesetzt. Der Generator vermag nur mit der Grundfrequenz Leistung abzugeben, wenn, wie wir annehmen wollen, seine EMK rein sinusförmig ist; wir müssen also den Vorgang so auffassen, daß der Generator den Transformator mit der Grundwelle speist, während der Transformator seinerseits als Frequenzwandler auf das Netz arbeitet. Das Netz stellt für den Transformator hinsichtlich der Oberwellen eine Belastung dar, die im wesentlichen aus der Parallelschaltung einer Induktivität und einer Kapazität besteht. Die Kapazität ist die der Leitungen, sie sei konzentriert gedacht; die Induktivität entspricht der Kurzschlußreaktanz. Die Verluste und etwaige ohmsche Last können in bekannter Weise durch einen Parallelwiderstand dargestellt werden.

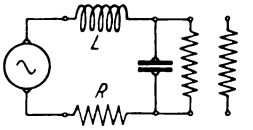


Abb. 2. Netz mit Transformator.

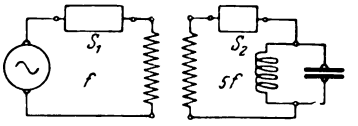


Abb. 3. Ersatzschaltung für Abb. 2.

Die Grund- und Oberwellenvorgänge, die sich in Wirklichkeit im gleichen Netz überlagern, können wir in Gedanken trennen; so ergibt sich das Schema der Abb. 3[5]. Der Generator speist den Transformator über einen „Sperrkreis" S_1, der nur die Grundwelle durchtreten läßt, der Transformator ist belastet durch die Impedanz Z des Netzes über einen zweiten Kreis S_2, der die Grundwelle absperrt.

Bei gegebenen Sättigungsverhältnissen usw. hängt jetzt die Höhe der Oberwellenspannung, die sich ergibt, wesentlich davon ab, wie die Belastung durch das Netz auf den Transformator, den Oberwellenerzeuger, zurückwirkt; es sei daher eine kurze Betrachtung über diese Verhältnisse angestellt.

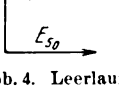


Abb. 4. Leerlauf.

Den ersten Grenzfall ergibt der Leerlauf; es fließt kein Strom der Oberfrequenz. In Wirklichkeit entspricht dies der Speisung mit sinusförmigem Strom. Im Transformator besteht neben dem Grundwellenfluß ein Fluß höherer, hauptsächlich fünffacher Frequenz Φ_{5_0}, der eine entsprechende EMK E_{5_0} induziert (Abb. 4); der Leerlauffluß verdankt seine Entstehung der Krümmung der Magnetisierungskennlinie.

Fließt ein Oberwellenstrom, so werden dessen Amperewindungen auf den Fluß zurückwirken; im Grenzfalle des

[1] Dällenbach, Arch. Elektrotechn. Bd. 10, S. 304; Friedländer, Fachberichte des VDE 1928, S. 40; Ollendorff, Arch. Elektrotechn. Bd. 23, S. 162.

[2] Auch die übliche Bezeichnung der Anschlüsse mit *u-v-w* mag dazu beitragen, daß in vielen Anlagen alle Transformatoren gleichmäßig angeschlossen werden. Anderseits werden aber sogar kleinere Installationen mit größter Sorgfalt auf die Phasen verteilt; konsequenterweise sollte man daher auch bei den oft recht erheblichen Magnetisierungsleistungen für Symmetrie sorgen.

[3] Eine etwa vorhandene Dreieckwicklung beeinflußt wesentlich nur die Phase, weniger die Größe der 5. Harmonischen.

[4] Maßgebend ist hier die Streuinduktivität, da der Dämpferkäfig nicht synchron mit den Drehfeldern der Oberwellenströme läuft.

[5] Hier sei bemerkt, daß das Schema der Abb. 3 praktisch übereinstimmt mit der Anordnung zur Frequenzwandlung nach Schmidt-Lorenz, bei der eine eisengeschlossene Drosselspule über einen Resonanzkreis für die Grundfrequenz gespeist und durch einen auf die Oberwelle abgestimmten Kreis belastet wird (s. ETZ 1923, S. 911, Abb. 4).

Digitized by Google

Kurzschlusses muß die Spannung fünffacher Frequenz verschwinden (dies entspricht der Speisung des Transformators mit rein sinusförmiger Spannung). Die Größe des Kurzschlußstromes höherer Frequenz ist dadurch gegeben, daß, wenn man sich den Fluß aus Komponenten zusammengesetzt denkt, der Leerlauffluß Φ_0 durch einen entgegengesetzt gleichen Gegenfluß Φ_i des Kurzschlußstromes I_k gerade aufgehoben wird, wie Abb. 5 zeigt.

Bei beliebiger Belastung bezüglich der Oberwelle schließlich können wir uns allgemein den Oberwellenfluß, den „Restfluß" Φ_r, zusammengesetzt denken aus dem Leerlauffluß Φ_0 und einem vom Strom der gleichen Frequenz herrührenden, mit ihm in Phase liegenden „Rückwirkungsfluß" Φ_i. Letzterer kann mit bester Annäherung dem Strome proportional gesetzt werden, denn es handelt sich um Spannungen fünffacher Frequenz von allerhöchstens vielleicht 30, also um Flüsse von höchstens 6 % der entsprechenden Grundwellenbeträge; in diesem engen Bereiche gilt die proportionale Abhängigkeit, wie übrigens auch der Versuch zeigt, mit bester Genauigkeit[6]. Die Größe der Rückwirkungsflüsse ist leicht bestimmt, es wird nämlich

$$\Phi_i = \Phi_0 \frac{I}{I_k},$$

wenn

I den Belastungstrom der betreffenden Frequenz,

I_k den entsprechenden Kurzschlußstrom

bedeuten, da ja im Kurzschluß der Rückwirkungsfluß dem Leerlauffluß gleich sein muß.

Abb. 5. Kurzschluß.

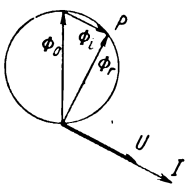


Abb. 6. Reine Wirklast.

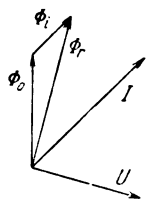


Abb. 7. Voreilender Belastungstrom.

Wird der „Frequenzwandler" auf seiner „Oberfrequenzseite", also die Spannung fünffacher Frequenz an den Klemmen des Transformators durch einen reinen Wirkwiderstand belastet, so müssen, wie Abb. 6 zeigt, Rest- und Rückwirkungsfluß stets 90 ° Phasenverschiebung gegeneinander aufweisen. Der Punkt P kann sich demnach bei verschiedenen Belastungen nur auf einem Halbkreise — Peripheriewinkel 90 ° — bewegen. Die miteingezeichnete zweite Kreishälfte entspricht dabei der Leistungszufuhr statt -entnahme. Induktive Last führt, wie bei jedem Generator, zu starker Spannungsenkung, kapazitive Last, wie Abb. 7 zeigt, zur Spannungserhöhung; wir können jetzt schon feststellen, daß sehr große Oberwellenbeträge im Netze auf kapazitive Belastung gewisser Größe zurückzuführen sein werden.

Genaueren Aufschluß gibt das Diagramm Abb. 8, das für eine Belastung durch festen Wirkwiderstand und parallelgeschalteten veränderlichen Blindwiderstand gezeichnet ist, entsprechend der Schaltung Abb. 9. Der Leerlauffluß Φ_0 setzt sich mit dem Rückwirkungsfluß Φ_i zum Restfluß Φ_r zusammen; der Rückwirkungsfluß seinerseits besteht aus einem Anteil Φ_{i_w}, der von dem der Spannung proportionalen Wirkstrom I_w herrührt, und einem zweiten Anteil Φ_{i_b}, der dem kapazitiven (oder induktiven) Strome entspricht. Die Punkte P_1, P_2 und P_3 müssen bei Veränderung der Blindlast auf Kreisen wandern; der Beweis sei nur angedeutet:

P_1 zunächst bildet den Scheitel des rechten Winkels zwischen Φ_{i_w} und Φ_{i_b}, muß also auf einem Kreis über Φ_0 als Durchmesser liegen. Da ferner vorausgesetzt war, daß der belastende Wirkwiderstand konstant bleibt, muß die Größe von Φ_r, dem ja die Spannung proportional ist, zu der Größe von Φ_{i_w}, der ja dem Wirkstrome und damit auch der Spannung proportional ist, in einem festen Verhältnis stehen, und damit muß der Endpunkt P_2 von Φ_r gleichfalls auf einem Kreise entsprechenden Durchmessers sich bewegen. Die weiteren Kreise ergeben sich leicht aus Proportionalitätsgründen[7].

[6] Ollendorff, Arch. Elektrotechn. Bd. 23, S. 162 (1929).

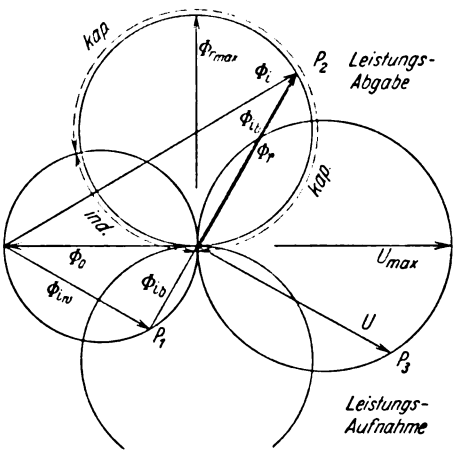


Abb. 8. Belastung durch festen Wirk- und veränderlichen Blindwiderstand entsprechend Abb. 9.

Das Diagramm zeigt sofort, daß maximale Spannung vorliegt, wenn Φ_{i_w} gerade entgegengesetzt gleich Φ_0, der Restfluß Φ_r gleich dem Rückwirkungsflusse Φ_{i_b} der kapazitiven Last ist und die Klemmenspannung ihre Lage um 90 ° gegenüber dem Leerlaufzustand gedreht hat. Der Wirkstrom ist dann gleich dem Kurzschlußstrom des Wandlers, die Klemmenspannung wird

$$U = R_p I_k;$$

ferner gilt in diesem Falle für die Klemmenspannung

$$U = E_0 \frac{I_c}{I_k},$$

da der Restfluß gerade gleich dem kapazitiven Rückwirkungsfluß ist. Da der Blindstrom

$$I_b = \frac{U}{X_c}$$

sein muß, gilt für diejenige kapazitive Reaktanz, die höchste Klemmenspannung bei gegebenem Belastungswiderstande R_p hervorruft:

$$X_c = \frac{E_0}{I_k};$$

bezeichnet man die Größe E_0/I_k als die innere Reaktanz X_i des Transformators hinsichtlich der betrachteten Oberwelle, so kann man einfach sagen, daß eine kapazitive Reaktanz von der Größe der inneren Reaktanz höchste Spannung, „Resonanz" zur Folge hat, nämlich die Spannung $U = R_p I_k$, eine Spannung also, die nur noch von der Größe der Wirkbelastung abhängt und beliebige Beträge erreichen kann, wenn nur die Wirkbelastung klein, der Widerstand groß genug ist[8]. Soll die Klemmenspannung im Resonanzfalle gerade gleich der Leerlaufspannung werden, so muß der Belastungswiderstand gleichfalls gleich der inneren Reaktanz werden,

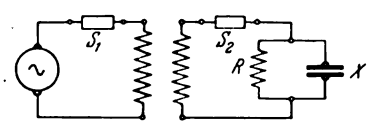


Abb. 9. Schaltung zu Abb. 8.

$$U = E_0, \text{ wenn } R_p = X_i \text{ und } X_c = X_i.$$

Dabei wird die umgesetzte Leistung

$$p = E_0 I_k.$$

[7] Das Diagramm zeigt naturgemäß weitgehende Ähnlichkeit mit bekannten Diagrammen der Wechselstromtheorie, wie sie z. B. für den normalen Transformationsvorgang gelten; siehe z. B. Natalis, Die Berechnung von Gleich- und Wechselstromsystemen, Berlin 1924. Hieraus ergibt sich auch, daß die Verhältnisse in ganz analoger Weise untersucht werden können, wenn die Oberwellenbildung auf andere Ursachen, z. B. Maschinen mit verzerrter Spannungskurve, zurückzuführen ist.

[8] Selbstverständlich gilt das nur innerhalb der durch die Eisensättigung gegebenen Grenzen, die allerdings, wie oben erwähnt, bei den praktisch in Frage kommenden Oberwellenbeträgen noch keine Rolle spielen kann.

Digitized by Google

Die Reaktanzen und Widerstände, um die es sich hier handelt, sind außerordentlich groß, mit anderen Worten, die in Frage kommenden Belastungen sind sehr klein. Das zeigt sofort die folgende Überlegung:

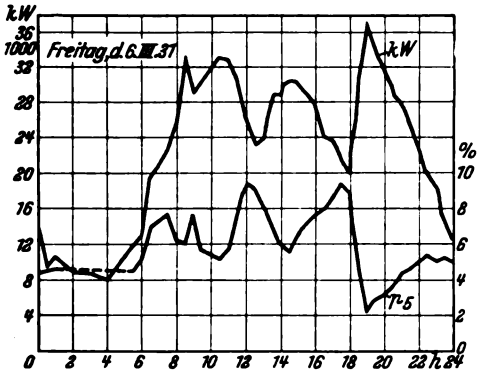


Abb. 10. Obere Kurve: Last in kW. Untere Kurve: 5. Harmonische in der Netzspannung in Prozent.

Der Kurzschlußstrom hat für die 5. Harmonische einen Betrag von vielleicht 10 % des Magnetisierungsstromes, der seinerseits mit 5 % des Nennstromes des Transformators angenommen sei; das ergibt einen Kurzschlußstrom fünffacher Frequenz von 0,5 % des Nennstromes des Transformators. Für die Leerlaufspannung fünffacher Frequenz kann man etwa 10 % der Nennspannung annehmen, womit sich für die innere Reaktanz hinsichtlich der 5. Harmonischen ein Wert von der Größenordnung des Zwanzigfachen des Nennlastwiderstandes des Transformators, für die Resonanzkapazität 1 % des Betrages ergibt, der bei Grundfrequenz kapazitive Nennlast zur Folge hat. Bei $R_p = X_i$ wird die umgesetzte Leistung 0,05 % der Transformatornennleistung. Für die 7. Oberwelle werden Kurzschlußstrom und Leerlaufspannung größenordnungsmäßig etwa je ein Drittel der entsprechenden Beträge für die 5. Harmonische, so daß die innere Reaktanz für die 7. Harmonische sich von deren Betrage für fünffache Frequenz nicht allzu sehr zu unterscheiden pflegt.

Für die Höhe der Oberwellen in der Spannung des normalen Hochspannungsnetzes sind damit zwei Größen maßgebend: einmal die Höhe der Wirklast. Sie ist nicht ohne weiteres gegeben durch die Grundwellenwirklast; nur ohmsche Widerstände verhalten sich allen Frequenzen gegenüber gleichmäßig. Praktisch entsprechen Glühlampen, Widerstands- und annähernd auch Lichtbogenöfen dem ohmschen Widerstande, Motoren, insbesondere Asynchronmotoren, stellen für die Oberwellen eine induktive Last dar, die allerdings mit mehr oder minder erheblichen Verlusten behaftet ist. Je nach den Verhältnissen kann diese oder jene Eigenschaft vorherrschen. Allgemein ist hoher Oberwellenbetrag in der Netzspannung jedenfalls an kleine ohmsche Belastung gebunden. Sehr deutlich tritt das in Abb. 10 hervor, die den Verlauf der Belastung und des Gehaltes der Spannung an fünffacher Frequenz in einem 60 kV-Freileitungsnetz zeigt[9].

Anderseits spielt die Blindlast eine erhebliche Rolle. Die Netzkapazität als solche wird in der Regel für den oder die Transformatoren hinsichtlich der Oberwellen praktisch einen Kurzschluß bedeuten; denn sie wird meist ein hohes Vielfaches des Betrages sein, der 1 % der Nennlast bei Grundfrequenz hervorruft. Werden aber die Ströme der parallelliegenden Induktivitäten so groß, daß sie die kapazitiven bis auf einen kleinen, der inneren Reaktanz des oder der Transformatoren für die betreffende Frequenz entsprechenden Rest kompensieren, so wird die Oberwellenspannung stark anwachsen, besonders wenn gleichzeitig geringe Wirklast vorhanden ist. Der Fall, daß die induktiven Ströme den kapazitiven gerade gleich sind, stellt die Stromresonanz dar. Da eine bestimmte, sehr kleine kapazitive Last höchste Oberwellenspannung zur Folge hat, muß das Netz für die betreffende Frequenz etwas verstimmt sein, so daß es kapazitiven Strom aufnimmt; die Eigenfrequenz des Netzes muß also etwas unter der Frequenz liegen, die besonders stark hervortritt. Allerdings wird in der Regel, da die Reaktanz der Parallelschaltung sehr groß sein muß, während die Einzelreaktanzen meist recht klein sind, der Zustand höchster Oberwellenspannung nur sehr wenig vom Resonanzfalle abweichen, so daß man annähernd — wenn auch physikalisch unrichtig — sagen kann, daß höchste Oberwellenspannung dann auftritt, wenn das Netz ungefähr auf die betreffende Oberwelle abgestimmt ist, wenn die Netzeigenfrequenz annähernd mit der jeweiligen Oberfrequenz übereinstimmt. So spielt es auch qualitativ keine allzu große Rolle, ob der Transformator am Leitungsanfang oder am Leitungsende angeschlossen ist[10]. Nur die Art der „Ankopplung" des Oberwellenerzeugers ist in beiden Fällen verschieden.

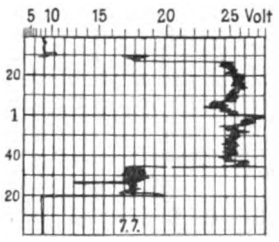


Abb. 11. 5 Harmonische in einem 20 kV-Freileitungsnetz. Wandlerübersetzung 20 000/220 V.

Die Eigenfrequenz eines Netzes wie auch seine Reaktanz für eine bestimmte aufgedrückte Frequenz ändern sich bei jeder Schalthandlung. Da die Änderung schroff vor sich geht wegen der Differenzbildung aus induktiver und kapazitiver Leitfähigkeit, kann man (besonders wenn die Wirklast klein ist) erwarten, daß Schalthandlungen

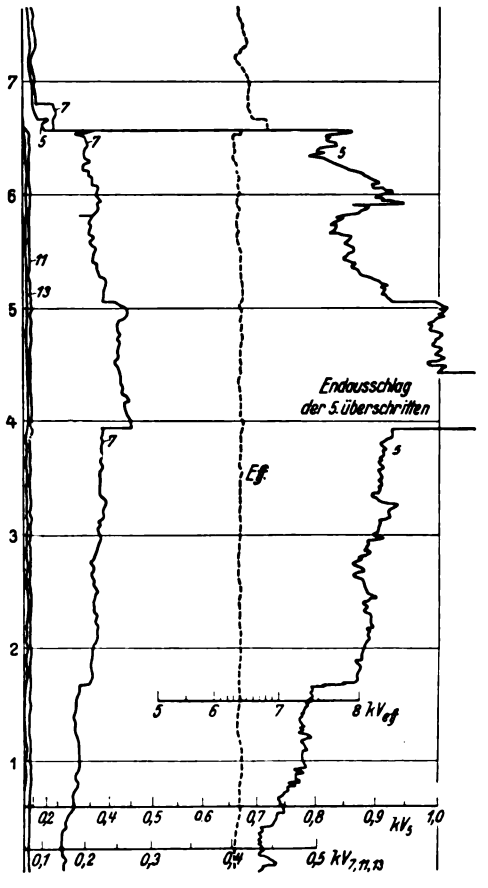


Abb. 12. (Original Fünffarbenregistrierung.) Oberwellen in einem 6 kV-Kabelnetz.

mit plötzlicher Änderung der Oberwellenbeträge verbunden sind. Die Erfahrung bestätigt das; die Abb. 11, 12 und 13 geben verkleinert Registrierstreifenausschnitte wieder, auf denen der Oberwellengehalt laufend selbsttätig aufgeschrieben wurde. Das der Abb. 13 beigegebene Oszillogramm soll einen Begriff von der Höhe der (allerdings nur ausnahmsweise auftretenden) Verzerrung geben. In dem der Abb. 13 zugrunde liegenden Falle konnten die auf Grund der Sprünge im Oberwellengehalt vermuteten Schalthandlungen schließlich in einem verwaltungsfremden Netze zu fast genau den Zeiten des Registrierstreifens nachgewiesen werden. Dasselbe gilt für Abb. 14, die auch zeigt, wie Änderung der Netzabstimmung eine Oberwelle hervor-, eine andere zurücktreten lassen kann.

[9] Die Abhängigkeit der Spannungsverzerrung von der Last tritt ein nur während der Zeit konstanter Netzschaltung auf, also etwa zwischen 8 und 21 h.

[10] Genaueres über die Oberwellenverhältnisse auf langen Leitungen findet sich bei Willheim, VDE-Fachberichte 1931, S. 82, ferner bei Biermanns, ETZ 1915, S. 609.

Digitized by Google

Die Registrierung der Oberwellenbeträge — die Abbildungen geben nur einige kleine Ausschnitte aus den bisherigen Aufnahmen — ergab eine ganze Reihe von

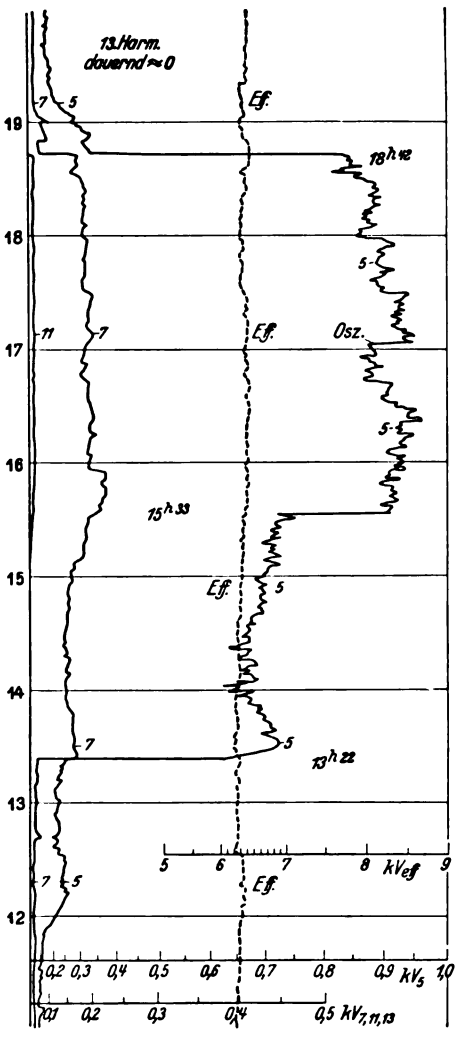


Abb. 13. Oberwellen in einem 6 kV-Kabelnetz.

praktisch wichtigen Ergebnissen. Als besonders wichtig sei zusammenfassend das Folgende hier angeführt:

Es ist nicht etwa so, als wenn die Spannungskurve eines Netzes durch die eingebauten Maschinen usw. gegeben wäre; der Oberwellengehalt unterliegt sehr großen plötzlichen Veränderungen, und durch Oberwellen hervorgerufene Störungen sind infolgedessen nachträglich oft nicht mehr zu klären. In einem 110 kV-Freileitungsnetz ist der Fall beobachtet worden, daß während 6 Wochen kaum Oberwellen auftraten bis auf einen einzigen Sonnabendnachmittag, an dem Werte von 17,5 % fünffacher Frequenz aufgeschrieben wurden.

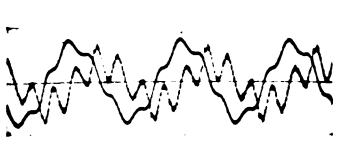


Abb. 13a. Oszillogramm zu der auf Abb. 13 mit *Osz.* bezeichneten Stelle. Spannung und deren Differentialquotient (Kondensatorladestrom).

In der Regel herrscht die 5. Harmonische vor. Gemessen wurden Beträge von 5 ··· 10 % sehr häufig, von etwa 15 % weniger oft. 20 % wurden nur selten erreicht oder gar überschritten. Die 7. Harmonische tritt demgegenüber stark zurück, noch höhere Frequenzen sind nur in Ausnahmefällen zu beobachten[11]; allgemein treten Verzerrungen vorzugsweise zu Zeiten schwacher Last, z. B. in den frühen Morgenstunden, auf, so daß man sich die Frage vorlegen kann, ob die meist auf Nebel und Taubildung zurückgeführte morgendliche Häufung der Störungen nicht teilweise hier ihre Begründung findet.

Größenordnungsmäßig wird man sagen können, daß für den praktischen Betrieb größerer Netze Beträge fünffacher Frequenz in der Spannung, die erheblich über etwa 5 % liegen, bedenklich erscheinen, sofern sie öfter und während längerer Zeit auftreten; denn eine 5. Harmonische in der Spannungskurve von 5 % bedeutet bereits, daß alle kapazitiven Ströme, Erdschlußströme usw. dieselbe Oberwelle mit 25 % führen. Daß Spannungsverzerrungen von 15 %, die 75 % Oberwelle im kapazitiven Strom zur Folge haben, nicht zugelassen werden können, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Hingewiesen sei ferner auf folgendes: Im Generator fließt ein durch die Oberwellenspannung und die Streuung der Maschine bestimmter Strom höherer Frequenz, der entsprechende Ankerfelder zur Folge hat. Diese induzieren, da sie nicht synchron mit dem Läufer rotieren, Spannungen und Ströme im Dämpferkäfig der Maschine; es ist denkbar, daß hierdurch unter Umständen Überlastungen des Dämpferkäfigs und damit Beschädigungen hervorgerufen werden. Messungen hierüber sind in Vorbereitung.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Tatsache, daß hohe Oberwellenbeträge an geringe Wirklast gebunden sind. Bei geringer Last aber wird man in vielen Fällen ziemliche Bewegungsfreiheit hinsichtlich der Netzschaltung haben; der praktische Betrieb hat diese Freiheit bisher wohl nur für Instandsetzungsarbeiten u. dgl. ausgenutzt, sich um Oberwellen aber kaum gekümmert. Wird die Netzspannung hinsichtlich ihres Oberwellengehaltes überwacht, was mit Hilfe eines geeigneten Meßgerätes[12]

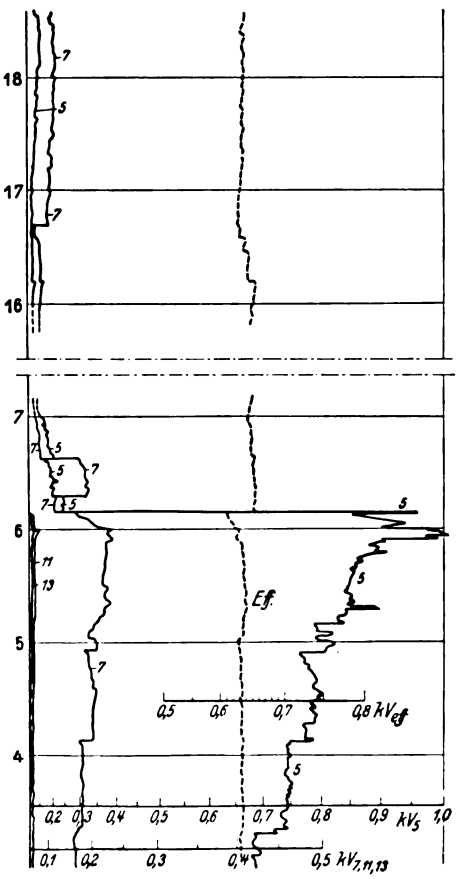


Abb. 14. (Original Fünffarbenregistrierung.) Oberwellen in einem 6 kV-Kabelnetz. Die 7. Harmonische wird, wenn sie auch an sich klein bleibt, stellenweise größer als die 5.

denkbar einfach ist, so wird man in vielen Fällen ungünstige Schaltzustände und damit Störungen durch Oberwellen vermeiden können.

[11] Die Registrierstreifen zeigen die 7., 11. und 13. Harmonische in wesentlich größerem Maßstabe als die 5.

[12] ETZ 1931, S. 471.

Digitized by Google

Sollen Elektrizitätswerke vom Anschaffungswert oder vom Buchwert abschreiben?*

Von Erich Krause, Freiburg (Breisgau).

Übersicht. Es wird ausgeführt, daß für Elektrizitätswerke nicht die Buchwertabschreibung, sondern die gleichmäßige Verteilung des Anschaffungspreises auf die Jahre der wirtschaftlichen Nutzung das geeignetste Abschreibungsverfahren ist, weil diese Verteilung den wirtschaftlichen Ergebnissen der Werke entspricht, mit dem Entwertungsverlauf der Betriebsmittel übereinstimmt und als Unterlage für die Selbstkostenrechnung verwendet werden kann.

Die Erörterungen, die in der Fachliteratur der Entscheidung des Reichsfinanzhofs zur Frage der Buchwertabschreibung (vom 1. VII. 1931, VI A 2226/30) gefolgt sind, haben erkennen lassen, daß noch vielfach Unklarheit über Wesen und Wirkung der Buchwertabschreibung herrscht. In den nachfolgenden Zeilen sollen deshalb die Gründe beleuchtet werden, die es nach Meinung des Verfassers den Elektrizitätswerken nahelegen, nicht vom Buchwert, sondern vom Anschaffungswert abzuschreiben.

Schon 1909 hat Schiff in seinem Werke „Die Wertminderungen an Betriebsanlagen" (Verlag von Julius Springer, Berlin) nachgewiesen, daß die Buchwertabschreibung, wenn sie in sich richtig durchgeführt wird, „der Vernunft, dem Rechte und den maßgebenden wirtschaftlichen und technischen Gesichtspunkten zuwiderläuft", weil anfangs zu viel und später entsprechend zu wenig abgeschrieben wird. Wenn aber, wie es noch heute vielfach geschieht, vom jeweiligen Bilanzwert (Buchwertsaldo) mit Prozentsätzen abgeschrieben wird, die unter Zugrundelegung der voraussichtlichen Nutzungsdauer errechnet sind, dann ist für die Vollabschreibung eine Zahl von Jahren erforderlich, die über die normale Nutzungsdauer bei weitem hinausgeht. Um zu dem in der kaufmännischen Buchhaltung gebräuchlichen Erinnerungswert von 1 RM zu gelangen, werden benötigt bei einer Abschreibung von

jährlich	3 %	150	Jahre
„	5 %	90	„
„	10 %	53	„
„	25 %	16	„

Diese Abschreibungen vom Buchwert folgen einer Exponentialreihe, die durch folgende Gleichung ausgedrückt werden kann

$$W = K\left(\frac{100 - p}{100}\right)^n. \qquad (1)$$

Hierin bedeuten:

K den Anschaffungs- bzw. Herstellungspreis,
W den Wert nach n Jahren,
p den Vomhundertsatz der jährlichen Abschreibung.

Auf eine Dampfturbine, die nach Ablauf ihrer betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauer von etwa 10 Jahren lediglich mit einem Schrottwert zu Buche stehen sollte, würden bei diesem Abschreibungsverfahren also abgeschrieben sein nach Verlauf von

10	Jahren	nur rd.	65 %	des	Anschaffungswertes,	
15	„	„	80 %	„	„	,
20	„	„	88 %	„	„	,

Erst nach 29 Jahren würde die Turbine bei einem Schrottwert von etwa 5 % angelangt sein, eine Vollabschreibung würde erst nach 53 (!) Jahren stattgefunden haben. Es ist offensichtlich, daß ein derartiges Abschreibungsverfahren zwei schwere Mängel birgt. Der erste besteht darin, daß das Abschreibungsobjekt in den Büchern viel zu spät auf seinen wirklichen Wert sinkt und der zweite darin, daß die einzelnen Geschäftsjahre mit verschiedenen, nur im 1. Jahre ausreichenden, später aber in zunehmendem Maße ungenügenden Abschreibungsbeträgen belastet sind.

Soll nun die Buchwertabschreibung derart durchgeführt werden, daß die Turbine in den Büchern nach Ablauf von 10 Jahren auf den Schrottwert gesunken ist, so muß die jährliche Abschreibung mit einem bedeutend höheren Prozentsatz als 10 erfolgen. Die nachstehende Gleichung, die aus Umformung der obenstehenden gewonnen ist, liefert den für diese höhere Abschreibung erforderlichen Vomhundertsatz:

$$p = 1 - \sqrt[10]{\frac{W}{K}} = 1 - \sqrt[10]{\frac{5}{100}} = 25{,}9\,\%. \qquad (2)$$

Es müßten jährlich 25,9 % — das 2½fache des eigentlich notwendigen — der Anschaffungskosten abgeschrieben werden, wenn nach 10 Jahren in den Büchern nur noch der Schrottwert stehen soll. Auch bei anderen Nutzungsdauern ergeben sich ähnliche Verhältnisse. Besitzt z. B. eine abzuschreibende Wasserturbine eine Lebensdauer von 15 Jahren und einen Schrottwert von 4 %, so würde eine jährliche Absetzung von rd. 6,4 % des Anschaffungswertes genügen. Die Buchwertabschreibung nach Formel (2) dagegen erfordert eine Quote von 19,3 %. Für ein Gebäude mit einer Nutzungsdauer von 50 Jahren und einem Abbruchswert von 3 % würde die Buchwertabschreibung eine Abschreibungsquote von rd. 7 % bedingen, die Abschreibung vom Herstellungswert einen Satz von nur 2 %.

Indessen vermeidet die Buchwertabschreibung nach Formel (2) noch nicht den oben erwähnten Fehler der ungleichmäßigen Belastung der einzelnen Geschäftsjahre. Trotz gleichbleibenden Prozentsatzes sinken die Abschreibungsbeträge von Jahr zu Jahr. An dem Beispiel der Turbine mit einem Anschaffungswerte von 100 000 RM sei dies veranschaulicht. Es werden abgeschrieben im

1.	Jahre	25,9%	von	RM	100 000	= RM	25 900
2.	„	„	„	„	74 100	= „	19 190
3.	„	„	„	„	54 910	= „	14 220
4.	„	„	„	„	40 690	= „	10 540
5.	„	„	„	„	30 150	= „	7 810
6.	„	„	„	„	22 340	= „	5 790
7.	„	„	„	„	16 550	= „	4 290
8.	„	„	„	„	12 260	= „	3 170
9.	„	„	„	„	9 090	= „	2 350
10.	„	„	„	„	6 740	= „	1 740
1.···10.	„					RM	95 000
	Restwert 5%		„	„	100 000	= „	5 000
	Anschaffungswert					RM	100 000

Hat eine derartige Buchwertabschreibung Aussicht, von den Steuerbehörden anerkannt zu werden? Die Entscheidung des RFH vom 1. VII. 1931 befaßt sich eingehend mit dieser Frage. Dem Urteil liegt ein Gutachten zugrunde, das der Deutsche Industrie- und Handelstag nach Fühlungnahme mit den Spitzenverbänden der Deutschen Wirtschaft am 15. VI. 1931 erstattet hat. In diesem Gutachten ist zum Ausdruck gebracht, daß bei der Buchwertabschreibung, die nach der Meinung einer Reihe von Sachverständigen bei Maschinen, Einrichtungen u. a. angezeigt sei, „ein etwa dreimal so hoher Abschreibungsatz notwendig ist als bei der gleichmäßigen Abschreibung vom Anschaffungswert". Obwohl der RFH dieser Ansicht Berechtigung zuerkannt und eindeutig zum Ausdruck gebracht hat, daß „unter einer Verteilung auf die Gesamtdauer der Verwendung oder Nutzung (§ 16, Abs. 2, Satz 2, EinkStG.) nicht unbedingt eine gleichmäßige Verteilung zu verstehen und daß insbesondere eine Absetzung vom jeweiligen Restwert nicht ausgeschlossen sei", hat er sich doch gescheut, eine Verdreifachung der Abschreibungssätze zuzulassen. Die Schlußsätze des Urteils lauten: „Nach der Äußerung des Industrie- und Handelstags erscheint eine Absetzung von 7 % (Streitgegenstand war die Abschreibung auf ein Gebäude, d. V.) vom Restwert statt 3 % vom Anfangswert nicht als zu hoch. Immerhin ist nicht ausgeschlossen, daß ein etwas niedrigerer Prozentsatz für angemessen erachtet wird.

Für Elektrizitätswerke mit ihrem hohen spezifischen Anlagekapital ist die Buchwertabschreibung ungeeignet, weil sie — eine in sich richtige Durchführung vorausgesetzt — mit jährlichen Abschreibungsbeträgen beginnt, die viel zu groß und in den Betriebsüberschüssen in der Regel nicht enthalten sind. Nur eine gleichmäßige Verteilung der Anschaffungs- bzw. Herstellungskosten auf die Zahl der Nutzungsjahre kann für die Werke als geeignetes Abschreibungsverfahren angesehen werden. Das läßt sich am einfachsten zeigen durch ein Eingehen auf die folgenden — auch im RFH-Urteil vom 1. VII. 1931 erwähnten — Gründe, welche von den Befürwortern der Buchwertabschreibung stets ins Feld geführt werden:

* Vgl. ETZ 1933, S. 13.

Digitized by Google

1. Die Buchwertabschreibung sei einfacher als die Abschreibung vom Anschaffungswert. Man könne sich darauf beschränken, dem Hauptbuche die Restwerte des Maschinenkontos usw. zu entnehmen, ohne für die Durchführung der Abschreibung Einzelaufstellungen zur Verfügung haben zu müssen.

2. Die Leistungsfähigkeit der Anlagegegenstände nehme mit der Nutzungsdauer ab, u. zw. schneller als diese.

3. Das Wagnis der Ausnutzbarkeit verstärke sich mit dem Ablauf der Nutzungsdauer (Aufkommen neuer Konstruktions- und Arbeitsverfahren usw.)

4. Der Wert eines auch nur einmal gebrauchten Gegenstandes sinke in der Regel sofort erheblich unter den Anschaffungswert. Diesem Gesichtspunkte sei durch starke Anfangsabschreibungen Rechnung zu tragen.

5. Die Reparaturkosten der Anlagegegenstände steigen mit der Nutzungsdauer.

Hierauf läßt sich folgendes entgegnen:

Zu 1: Auch die Abschreibung vom Anschaffungswert ist nicht nennenswert umständlich. Notwendig ist nur, die Zugänge an Anlagegegenständen in den einzelnen Jahren voneinander getrennt zu halten.

Zu 2: Maßgebend für die Wertbestimmung und damit die Abschreibungsquote der Betriebsmittel in Elektrizitätswerken ist in erster Linie ihre Produktionskraft. Diese wird auch nicht entfernt ein Verhalten zeigen, das einer Buchwertabschreibung nach Formel (2) entspräche. Die Worte Dipl.-Ing. von Lippmanns, daß innerhalb der wirtschaftlichen Nutzungsdauer „die Abnutzung als Funktion der Reibungsarbeit der Betriebstundenzahl und damit der Nutzungsdauer bei gleichbleibender Anstrengung proportional" sei, dürften auch für die Betriebsmittel der Elektrizitätswerke zutreffen.

Zu 3: Elektrizitätswerke sind weitaus weniger als Unternehmungen anderer Art genötigt, auf das Tempo der Technik, Strömungen der industriellen Wirtschaft und auf etwaige Modewechsel Bedacht zu nehmen. Sie bedürfen daher keines Risikozuschlages in Form übervorsichtiger Abschreibungen.

Zu 4: Da sie ihre Maschinen normal ausnutzen und im Besitze behalten wollen, scheidet dieses Moment für sie aus.

Zu 5: Dem an sich richtigen Gesichtspunkte steht gegenüber, daß die Anlagen anfangs nicht voll ausgenutzt sind. Die zunehmenden Reparaturkosten entsprechen also im allgemeinen den zunehmenden Einnahmen bzw. Betriebsüberschüssen.

Sollte sich im Laufe der Jahre zeigen, daß die Nutzungsdauer zu hoch angenommen ist, weil der Verschleiß rascher als erwartet eintrat, so können die in rückliegenden Steuerabschnitten unterbliebenen Abschreibungen nachgeholt werden. (Urteil des RFH vom 17. XII. 1930, VI A 1119/30). Wenn durch veränderte Kraftbeschaffungsverhältnisse oder durch ein Sinken der Wiederbeschaffungskosten mit einer vorzeitigen „wirtschaftlichen Abnutzung" zu rechnen ist, können die künftigen steuerlichen Abschreibungen verstärkt werden (Urteile des RFH VI A 371/30 vom 20. III. 1930, VI A 339/30 vom 16. IV. 1930 und VI A 161/31 vom 4. II. 1931). Für diese Verstärkung macht der RFH nicht zur Voraussetzung, daß die Ausnutzungsmöglichkeit der Maschinen bereits nachgelassen hat oder daß mit ihrer Auswechslung bereits begonnen ist. Es genügt, daß die Entwicklung der Verhältnisse es voraussichtlich verhindern wird, aus den Maschinen einen vollen wirtschaftlichen Nutzen bis zum Ende ihrer technischen Lebensdauer zu ziehen. Wie die Zeit der vollen wirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeit abzuschätzen ist, wird in der Entscheidung des RFH den „Erwägungen eines vorsichtig überlegenden und vernünftig wirtschaftenden Kaufmanns" überlassen. „Solange man nicht sagen kann, daß der Kaufmann im Einzelfalle gegen die Regeln sorgfältiger Prüfung und ordnungsmäßiger Wirtschaft bei seiner Schätzung der Nutzungsdauer verstoßen hat, wird man diesen Schätzungen folgen müssen."

Aus den angezogenen RFH-Entscheidungen, die eine freiere Einstellung gegenüber dem Gesetzeswortlaut erkennen lassen und auf wirtschaftliche Notwendigkeiten in weitem Maße Rücksicht nehmen, ergibt sich, daß für Elektrizitätswerke auch in steuerlicher Hinsicht keine Veranlassung zu übertrieben hohen Abschreibungen, wie sie sich bei einer Buchwertabschreibung nach Formel (2) ergeben würden, besteht. Sie können das für sie in wirtschaftlicher Hinsicht geeignetste Verfahren der Abschreibung vom Anschaffungswert wählen, ohne befürchten zu müssen, Steuerersparnismöglichkeiten zu versäumen.

Zum Schluß sei erwähnt, daß auch in dem Gutachten des Deutschen Industrie- und Handelstags von einzelnen Sachverständigen darauf hingewiesen ist, daß „zwar vor dem Kriege die Abschreibung vom Buchwert die üblichere gewesen ist, daß aber in neuerer Zeit die Steuerpflichtigen insbesondere durch die Stellungnahme der Steuerbehörden, dann aber auch im Hinblick auf die Vervollkommnung der Selbstkostenrechnung, zur Abschreibung vom Anschaffungswert übergegangen sind."

Die Verwendung von Akkumulatorenbatterien auf Unterseebooten.

Da als Antriebsmittel für die Unterwasserfahrt von U-Booten lediglich Elektromotoren in Frage kommen, sind die zur Speisung dienenden Akkumulatorenbatterien der lebenswichtigste Teil eines U-Bootes, und von ihrer Güte ist der militärische Wert eines U-Bootes weitgehend abhängig. Auf Leistung und Kapazität bei geringstem Raumbedarf ist nach M. L. Jurnau[1] mehr Wert zu legen als auf geringeres Gewicht, weil auf einem U-Boot der verfügbare Raum immer knapper ist als das Gewicht, da eine unterhalb des Gewichtschwerpunktes eingebaute Batterie die Stabilität des Bootes verbessern wird. In dieser Weise auf Leistung und Kapazität berechnet könnte nach Ansicht des Verfassers eine Bleibatterie mit folgenden Werten für ein U-Boot gebaut werden:

Bei Entladezeit	Leistung in Watt		Kapazität in Wattstunden	
	je 1 kg	je 1 l	je 1 kg	je 1 l
von 45 h	1,16	2,93	52,0	132,0
„ 3 „	10,30	26,20	30,5	77,5
„ 1,2 „	18,30	46,40	22,0	55,8

Der Verfasser macht dann Angaben über den Gewichtsanteil der Batterien, wobei die Franzosen bis zu 19 % des Gewichts im aufgetauchten Zustande gehen, im Gegensatz zu den deutschen Kriegs-U-Booten, bei denen nach seiner Angabe das Gewicht nicht über 11 % betrug. An einem Beispiel wird gezeigt, wie man Fahrbereich und Geschwindigkeit bei Verwendung von Zellen der Type in obiger Tafel steigern kann. Auf Grund von Dauerversuchen mit einem Tudor-Element, Type D, kommt Verfasser auf eine Lebensdauer der Platten von 5 Jahren und zu dem Schluß, daß die Anpassung der Blei-Akkumulatorenbatterie an die U-Boote ganz und gar gelungen sei. Ausführlich geht Jurnau auf die Verunreinigungen ein, denen man bei den verschiedenen Füllsäuren begegnet und die in größeren Mengen die Lebensdauer der Platten erheblich herabsetzen, wie Eisen, Chlor und Stickstoffverbindungen, ferner Arsenverbindungen, die allerdings die Güte des Akkumulators wenig beeinflussen, dafür aber für die Besatzung gesundheitsschädlich sind; bei und nach der Ladung entwickelt sich Arsenwasserstoff, ein besonders giftiges Gas; Verfasser erwähnt schwere Fälle von Vergiftung, die bei einigen U-Booten während des Krieges vorgekommen sind, u. zw. besonders bei Tauchfahrten von längerer Dauer. Diese Erscheinungen lassen sich aber bei Verwendung von einwandfreier Schwefelsäure vollkommen vermeiden, da solche nur einen sehr geringen Gehalt an Arsen, bis 0,1 mg/l, zu haben braucht; auch das normal gelieferte Weichblei hat allgemein weniger als 0,005 % Arsengehalt. Der Einbau von porösen Zwischenwänden, Umhüllung mit besonderen Asbesttüchern oder mit Glaswolle u. dgl. brachten zwar für die Platten eine bemerkenswerte Verlängerung der Lebensdauer, sie hatten aber neben den dadurch bedingten höheren Preisen auch Nachteile chemischer Natur im Gefolge, wie Verunreinigungen der Säure, schädliche Einwirkung auf die negativen Platten usw. Auch die Panzerplattenbatterie kommt wegen ihres hohen Preises und ihrer um 10 % geringeren Kapazität gegenüber der mit ebenen Platten ausgerüsteten Batterie trotz ihrer sehr viel größeren Lebensdauer für U-Boote nicht in Betracht. Von den alkalischen Batterien sind eine Zeitlang die Eisen-Nickelbatterien neben den Blei-Akkumulatoren für U-Boote in Frage gekommen; aber die im Verlauf der Entladung auftretenden doppelt so großen Spannungsschwankungen gegenüber dem Blei-Akkumulator sowie die geringere Spannung und der dadurch bedingte größere Platzbedarf haben trotz der längeren Lebensdauer der Elektroden dazu geführt, nach mehreren Versuchen auf die Eisen-Nickel-Batterien bei U-Booten zu verzichten.

Fu.

[1] Rev. gén. Chem. de Fer Bd. 31, S. 187.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Apparate.

Technische Grundlagen der elastischen Kupplung von Wechselstromnetzen mittels gesteuerter Entladungsgefäße. — Von den verschiedenen Möglichkeiten der Verwendung gesteuerter Entladungsgefäße für die Kupplung von Wechselstromnetzen wird die sog. Universalschaltung, d. h. die Umformung über Gleichstrom als Zwischenglied behandelt, deren Vorteile insbesondere in der vollkommenen Elastizität der Kupplung und in der Möglichkeit der Verwendung hochgespannten Gleichstroms für die Energieübertragung liegen. Die Umformungseinrichtungen bestehen hierbei aus gesteuerten Gleichrichtern bzw. Wechselrichtern an den Enden der Übertragung, wobei sich der Gleichrichter jeweils in der Sende-, der Wechselrichter in der Empfangstation befindet. Beide unterscheiden sich außer in der Steuerung durch die Polarität der Gleichstromanschlüsse. Da der Energiefluß in beiden entgegengesetzt gerichtet ist, der Strom aber durch die Entladungsgefäße nur in einer Richtung fließen kann, so müssen die Gleichstromanschlüsse am Gleich- und Wechselrichter vertauscht werden. Beim Wechselrichter ist die Gittersteuerung unbedingt erforderlich, während sie beim Gleichrichter prinzipiell entbehrt werden könnte.

Da die Übertragung induktiver Blindleistung bei der beschriebenen Einrichtung nicht ohne weiteres möglich ist, muß das belieferte Netz für seine Blindleistung selber aufkommen. Bei der Kupplung von Drehstrom und Einphasennetzen ergeben sich Besonderheiten infolge des verschiedenen Charakters der beiden Systeme. Im Gleichstromkreis wird eine relativ große Drossel erforderlich; außerdem dient die Taktgebermaschine in besonderem Maße als Speicher und wird dadurch natürlich entsprechend größer als es für die Lieferung der Blindleistung allein nötig wäre.

Die theoretischen Untersuchungen erstrecken sich hauptsächlich auf die Umformung von Gleichstrom in Einphasen-Wechselstrom. Es werden die technisch wichtigsten Daten, wie Überlappung der Anodenströme, erforderliche Gleichspannung, Effektivwert der Ströme, Leistungsfaktor sowie Mindestgröße der Kathodendrossel in Abhängigkeit von dem Zündwinkel α, um den die nächstfolgende Anode des Wechselrichters vor dem Schnittpunkt der betreffenden Phasenspannungen zünden muß, bestimmt. Die Kommutierungsdauer, in elektrischen Graden ausgedrückt, muß kleiner als die Voreilung α sein. Beim Wechselrichter haben wir es infolgedessen mit einer erzwungenen Kommutierung zu tun gegenüber der natürlichen beim Gleichrichter. Des weiteren wird die Typenleistung der Einphasen-Taktgebermaschine für verschiedene Belastungsverhältnisse ermittelt. Zum Schluß werden noch prinzipiell ähnliche Schaltungen für die elastische Netzkupplung unter Vermeidung der doppelten Umformung angegeben, die sich vorteilhaft auch für die Drehzahlregelung kommutatorloser Motoren verwenden lassen. (M. Stöhr, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 3, S. 143.)

Beleuchtung.

Vom Fahrzeug gesteuerte Verkehrsampel-Anlagen. — Kürzlich ist in Berlin-Charlottenburg die erste vom Fahrzeug gesteuerte Verkehrsignalanlage Deutschlands in Betrieb genommen worden. Mit dem neuen System, das in enger Zusammenarbeit von der Siemens & Halske AG. mit Westinghouse & Co., V. S. Amerika, entwickelt worden ist, wird der Verkehrsregelung an Kreuzungspunkten mit schwierigen Verkehrsverhältnissen die erwünschte Elastizität gegeben. Die Abwicklung des Gesamtverkehrs wird wesentlich beschleunigt und die Verkehrsicherheit erhöht. Die Steuerung geschieht über Bodenkontakte (Abb. 1 und 2), die als Bodenschwellen mit Gummiabdeckung etwa 30 m vor der Kreuzung in gleicher Höhe mit der Straßendecke in die Fahrbahn eingebaut sind. Zur Betätigung genügt ein Druck von etwa 45 kg. Die Kontaktschwellen sind mit einer elektrischen Schalt- und Speicheranlage für die Ampelsteuerung verbunden. Diese arbeitet im Prinzip so, daß bei freigegebenem Verkehr in der zugeordneten Straßenrichtung ein Kondensator allmählich aufgeladen wird, bis er die Zündspannung einer parallelgeschalteten Glimmlampe erreicht hat. Der Entladungstromkreis der Glimmlampe wird und bleibt von einem Relaiskontakt geschlossen, wenn in der gesperrten Verkehrsrichtung ein Fahrzeug den Bodenkontakt überfahren hat. Der Entladungsstrom leitet das Umschalten der Ampel über Relais ein. Jeder Kontaktschluß der Bodenkontakte in der Freirichtung entlädt über einen Widerstand den Kondensator um ein bestimmtes Maß, abhängig von der Dauer des Kontaktdruckes und somit von der Fahrzeuggeschwindigkeit, womit die volle Aufladung entsprechend verzögert wird. Bis zu einer einstellbaren Höchstzeit kann somit der Verkehrstrom ungehindert fluten. Bei schwächerem Verkehr

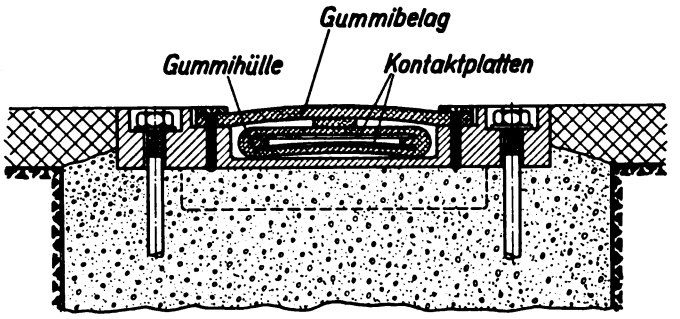


Abb. 1. Querschnitt des Bodenschwellenkontaktes.

oder bei Verkehrslücken bekommt aber jedes Fahrzeug des anderen Straßenzuges so schnell das Grünzeichen, daß es praktisch vor der Kreuzung gar nicht erst anzuhalten braucht. Der große Vorteil der neuen Verkehrsregelung liegt darin, daß die Fahrzeuge niemals unnütz aufgehalten werden. Straßenbahnen werden wie alle anderen Fahrzeuge behandelt, hier dient als Impulsgeber ein Fahrdrahtkontakt. Fußgänger werden dadurch berücksichtigt, daß die Verkehrsrichtung spätestens nach Ablauf einer bestimmten Höchstzeit selbsttätig wechselt. Dieses System der Verkehrsregelung wird jedem Verkehr gerecht, da vor allem auch die Zeiten für Grünlicht und Gelblicht verschieden lang eingestellt werden können. Ebenso können mehrere Anlagen zusammenwirken (grüne Welle).

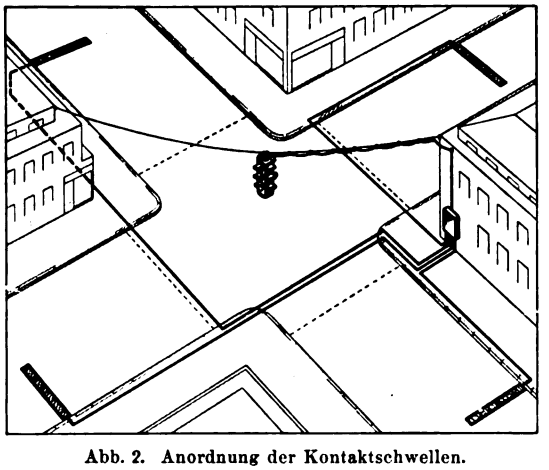


Abb. 2. Anordnung der Kontaktschwellen.

Weitere Fortschritte erstrecken sich auf die Verkehrsampel selbst. Bisher wurden 200 W-Lampen verwendet. Eine neue Optik mit besserer Lichtausbeute ergibt noch verbesserte Sicht der Signalgabe mit 60 W-Lampen. Der durchschnittliche jährliche Stromverbrauch einer vierseitigen Ampel ist damit von etwa 3000 kWh auf weniger als 900 kWh herabgedrückt worden. Dazu muß hier noch berücksichtigt werden, daß diese Verkehrsampeln die weitaus geringsten Wartungskosten erfordern, da sie keinerlei bewegliche Teile enthalten, nur einen Lampentyp für die Netzspannung benötigen und keine verwickelten Stromzuführungen haben. Vorteilhaft ist auch die Gewichtsverminderung der Ampel von 80 kg auf 34 kg. Ferner kann die vierseitige Ampel mit einem Tiefstrahler zur Beleuch-

Digitized by Google

tung der Kreuzung oder an dessen Stelle mit einem Einschlagwecker versehen werden, wenn der Signalwechsel akustisch angezeigt werden soll (Abb. 3).

Die neue Verkehrsampel wird als vierseitige Ampel oder als einseitige Leuchtenreihe hergestellt, die für hängende, stehende oder seitliche Montage geeignet ist. Mehrere einseitige Leuchtenreihen lassen sich leicht zu einer zwei- oder mehrseitigen Ampel zusammensetzen. Die Steuerung des einfachen Systems der Einzelsteuerung ist verbessert und verbilligt worden. Ein verhältnismäßig kleiner Schaltkasten enthält die Teile, die zur Steuerung der Lampen erforderlich sind. Der Schaltmotor verbraucht nur 9 W. Eine besondere Schalteinrichtung bewirkt, daß nach dem Ausschalten und damit auch beim Einschalten stets die Gelblichtstellung besteht. An einer Einstellscheibe können die Signalzeiten der einzelnen Farben innerhalb einer Signalfolge, die zwischen 40 und 120 s veränderbar ist, beliebig eingestellt werden. Eine weitere Steuerung ist die Blinkeinrichtung zur Voranzeige des Farbwechsels, die so arbeitet, daß entweder das Gelblicht kurz vor Ablauf einer Hauptsignalfarbe bereits einige Male aufblinkt oder so, daß die Hauptfarbe selbst vor dem Ablauf ihrer Leuchtzeit in kurzzeitiges Blinklicht übergeht. Mittels eines besonderen Schlüssels kann ferner die selbsttätige Signalgabe unterbrochen und der Signalwechsel von Hand geschaltet werden (bei Verkehrstörungen, Unglücksfällen o. ä.). Mehrere solcher Anlagen können in gewünschter Abhängigkeit zusammenarbeiten. *Kdn. — Pge.*

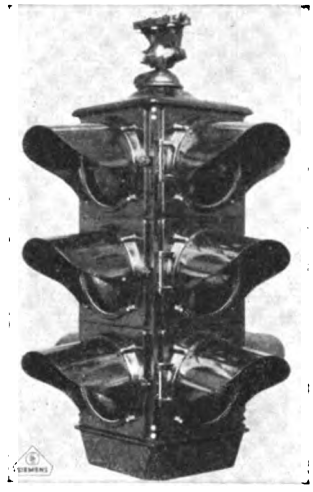


Abb. 3. Neue vierseitige Lichtsignal-Ampel mit Tiefstrahler zur Straßenbeleuchtung.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Messungen an spannungsunabhängigen Induktionszählern nach der Kompensationsmethode. — In einer früheren Arbeit[1] hat W. Geyger eine einfache Anordnung zur elektrischen Integrierung wärmetechnischer Meßgrößen beschrieben, bei der ein aus Fernsender-Widerstandswalze und Schleifbürste bestehender Widerstands-Fernsender in Verbindung mit einem spannungsunabhängigen Induktionszähler verwendet wird. Bei der Entwicklung dieser Anordnung zeigte sich die merkwürdige Erscheinung, daß die Drehzahl des Zählers für konstante Widerstandsverhältnisse bei steigender Spannung abnimmt und umgekehrt bei sinkender Spannung zunimmt, und zwar entspricht einer Spannungsabnahme von 15 % eine Drehzahlzunahme von etwa 7 %. Der Zähler ist also sozusagen überkompensiert. Diesen Fehler kann man dadurch beseitigen, daß man in den Zähler einen permanenten Bremsmagneten einsetzt und das Größenverhältnis der einzelnen Bremsfaktoren derart wählt, daß die Drehzahl der Scheibe vom Meßstrom und somit von Spannungschwankungen des Wechselstromnetzes unabhängig ist[2].

Es handelte sich nun um die Aufgabe, festzustellen, auf welche Ursachen das oben gekennzeichnete Verhalten des Induktionszählers zurückzuführen ist. Zur Klärung dieser Frage wurden die im Zähler wirksamen Ströme und magnetischen Flüsse mit dem Geygerschen Schleifdraht-Wechselstromkompensator[3] unter Benutzung eines Vibrationsgalvanometers als Nullinstrument bei verschiedenen Versuchsbedingungen ausgemessen. Die hierbei sich ergebenden Meßdiagramme, welche die Amplituden- und Phasenverhältnisse im untersuchten Zähler naturgetreu darstellen, lassen die bei Spannungsänderungen sich abspielenden Vorgänge klar erkennen. In der vorliegenden Arbeit gibt W. Geyger über diese Messungen und ihre praktischen Ergebnisse einen zusammenfassenden Bericht. (W. Geyger, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 3, S. 176.)

[1] W. Geyger, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, S. 94 (1932).
[2] W. Geyger, wie Fußnote 1, S. 98, Bild 4.
[3] W. Geyger, ETZ 1924, S. 1348, und Arch. Elektrotechn. Bd. 17, S. 213 (1926).

Bahnen und Fahrzeuge.

Rollwagen für den Güterverkehr der Barmer Bergbahn. — Eine ältere für den bestehenden Güterverkehr nicht recht lohnende elektrische Kleinbahnstrecke, die von der Barmer Bergbahn betrieben wird, hat seit August 1932 durch Einführung des Rollwagenbetriebs[1] neue Anregung zur Belebung des Verkehrs erhalten. Es handelt sich um die Strecken Ronsdorf—Reichsbahnhof—Toelleturm und Ronsdorf—Clarenbach—Gerstau (ö. Cronenberg)[2]. Befördert werden hier u. a. Bau- und Brennstoffe, Kleineisenteile und Werkzeuge. Für den Benutzer entsteht der große wirtschaftliche Vorteil, daß durch die Rollwagen, auf welche mittels einer Rollwagengrube die ankommenden Eisenbahnwagen geschoben werden, jetzt sämtliche Umlagegebühren fortfallen. Außerdem gibt die Einsparung des Umladevorgangs einen schätzbaren Zeitgewinn. Die Eisenbahnwagen mit ihrer Ladung werden auf der Schmalspurstrecke direkt den Empfängern zugestellt. Ebenso können in umgekehrter Richtung in den Freiladegleisen und Anschlüssen dieser Strecke Versandgüter gleich auf die Eisenbahnwagen aufgeladen werden. Die Rollwagen haben eine Tragfähigkeit von 33 t, so daß Eisenbahnwagen mit 20 t Nutzlast bequem abgefahren werden können. — Die Güterzüge (Abb. 4) zieht eine 40 t schwere AEG-Lokomotive von 300 PS. Sie ist mit Radklotz-Luftdruckbremse und elektromagnetischer Schienenbremse ausgerüstet und besitzt Luft- und Handsandstreuer.

Die mit erheblichen Geldmitteln beschaffte Neueinrichtung war seit einer Reihe von Jahren beschlossen und vorbereitet worden. Um die Strecken für den Rollwagenverkehr geeignet zu machen, mußten überall die Abstände von Gleismitte bis zu festen Gegenständen, wie Masten, Häusern und Rampen, von früher 1,70 auf 2 m, in den kleinen Krümmungen noch mehr, gebracht werden. Dort, wo die Strecke doppelgleisig ist, zwischen Toelleturm und Jägerhof, wurde der gegenseitige Abstand der Gleismitten von 2,70 auf 4 m und darüber erhöht. Für später ist noch die Möglichkeit einer Weiterführung des Güterverkehrs von Gerstau südlich bis Müngsten vorgesehen. Die Gleisarbeiten hat man allmählich Stück für Stück im Zeitraum von mehreren Jahren durchgeführt. Besondere Schwierigkeiten boten dabei die Steigungsverhältnisse (im Durchschnitt 4 %). Die Tiefe der Aufbock- bzw. Abbockgruben, d. i. der Höhenunterschied zwischen den S.O. von Reichsbahngleis und Rollwagengleis, beträgt 480 mm. *Arb.*

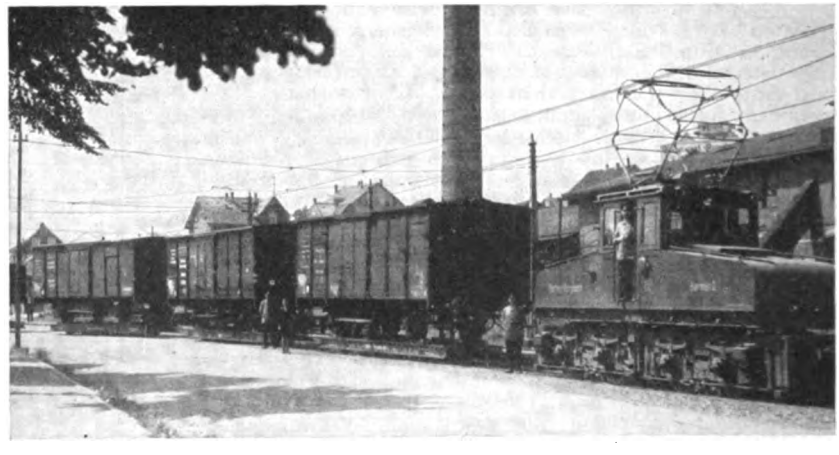


Abb. 4. Mit Eisenbahnwagen beladener Rollwagen-Güterzug auf der Kleinbahnstrecke der Barmer Bergbahn.

[1] Vgl. auch ETZ 1928, S. 1878.
[2] ETZ 1927, S. 1013, Abb. 15; doch sind infolge des kleinen Maßstabes dort mehrere der fraglichen Stationen nicht durch Beschriftung kenntlich gemacht.

Digitized by Google

Bergbau und Hütte.

Die elektrische Gasreinigung. — Durch Untersuchungen an Großanlagen wurden die Einflüsse auf den Betrieb der elektrischen Gichtgasreinigung festgestellt. In der Einführung wird von den Einflüssen des Hochofenbetriebes auf Gichtgas und Gichtstaub gesprochen, von den verschiedenen Verfahren zur Reinigung von Hochofengas, ihren Vor- und Nachteilen. Die physikalischen Grundlagen der elektrischen Gasreinigung werden — zum Teil an Hand der Untersuchungsergebnisse — erörtert und festgestellt, daß die Leichtigkeit und Vollständigkeit der elektrischen Niederschlagung von Faktoren abhängt, die mit der physikalischen, chemischen oder elektrischen Beschaffenheit des Gases oder Staubes mehr oder minder direkt verknüpft sind. Die Untersuchungen in Huckingen, Oberscheld und auf der Georgsmarienhütte zeigen weitgehende Übereinstimmung, so daß die Ergebnisse zum größten Teil für die elektrische Gichtgasreinigung und teilweise auch für andere EGR-Betriebe allgemeine Gültigkeit haben. Aus den Gesetzmäßigkeiten wird eine Reihe von Folgerungen gezogen. Eine Betriebskurve, auf Grund zahlreicher Betriebsversuche aufgestellt, erlaubt eine bedeutend vereinfachte Betriebsüberwachung und Betriebsführung der elektrischen Gichtgasreinigung. Das Zweistufen-Verfahren wird ausführlich gekennzeichnet und die einzelnen EGR-Verfahren (Elga, Lurgi, SSW) werden miteinander verglichen. (K. Guthmann, Dissertation T. H. Berlin 1931.) *ds.*

Die Fernmeßanlage der Friedrich-Alfred-Hütte zu Rheinhausen. — Umstände besonderer Art (Nachkriegszeitverhältnisse, Erzeugung bestimmter Roheisensorten in den Hochöfen, größere Stahlerzeugung im Siemens-Martin-Werk, größere Kokserzeugung, Verwendung von Mischgas in den Siemens-Martin-Öfen) erforderten die Aufstellung und Durchführung eines Energiewirtschaftsplanes für die Friedrich-Alfred-Hütte. Voraussetzung für die planmäßige Durchführung der Gaswirtschaft war außer der Einteilung der Verbraucher, der Gasdruckregelung und gleichmäßigen Gaserzeugung ein gut durchgebildetes Meßwesen zur Überwachung der Gasleitung. Die große räumliche Ausdehnung der Werksanlagen zwang zu einer Zusammenfassung der für die Gasverteilung wichtigen Messungen in Meßwarten, die gleichzeitig durch Fernsprech- und Befehlseinrichtungen mit den wichtigen Stellen verbunden sind. Die elektrische Fernübertragung der Meßwerte gestattet, die Meßgrößen gleichzeitig an verschiedene Stellen zu übertragen und Anzeigen gleichgearteter Meßgrößen zusammengezählt anzuzeigen. Der Gasverbrauch sämtlicher Winderhitzergruppen kann in Summenschaltung mit einem Gerät gemessen werden. Diese Einrichtung ist vorgesehen, weil der Gasverbrauch für die Winderhitzung einen beträchtlichen Teil der Gichtgaserzeugung ausmacht, das An- und Absetzen einer Winderhitzergruppe aber bereits starke Verschiebungen in die Gaswirtschaft hineinträgt. Der Gichtgasverbrauch der beiden Hochdruckkessel für die Turbogebläse wird ebenfalls durch Summenschaltung auf der Meßtafel angezeigt. Die Gichtgasmengen für die Gasdynamos, für das Gebläse des Thomaswerks, für das Siemens-Martin-Werk und Walzwerk, für die Kokerei, die Kessel und einige Öfen werden getrennt auf je einem Gerät in der Hauptmeßwarte I gemessen. Entweder hängen die mit Ferngebern ausgestatteten Schreibgeräte in den betreffenden Betrieben und es erfolgt Fernanzeige in der Hauptmeßwarte, oder die Meßstellen liegen so dicht an der Meßwarte, daß die Druckentnahmeleitungen unmittelbar hierher geführt werden konnten. In einigen Fällen sind auf den Gichtgasleitungen, unmittelbar über den Staurändern, Blindferngeber (d. h. Geber ohne unmittelbare Anzeige) angebracht, deren zugehörige elektrische Linienschreiber sich auf der Tafel in der Meßwarte I befinden. Die Meßwarte II dient zur Überwachung des Hochofenbetriebes und der Winderhitzer, die Meßwarte III für die Wasserwirtschaft. Die Zusammenfassung der wichtigen Meßwerte durch elektrische Übertragung in Meßwarten ermöglicht eine laufende Überwachung und schnelle Beurteilung der Betriebslage des ganzen Hüttenwerkes. (J. Wittig, Stahl u. Eisen Bd. 51, S. 1161.) *Kp.*

Elektrische Antriebe.

Elektrischer Antrieb des Schnelldampfers „Normandie". — In dem Bericht „Der elektrische Schiffsantrieb" (ETZ 1933, S. 429) wurde gesagt, die Antriebsanlage des Schnelldampfers „Normandie" bestünde aus 4 Turbogeneratoren der Firma Escher-Wyß, Zürich. Diese Bemermung sollte lediglich auf die Konstruktion (Zoelly-Aktionsturbine von Escher-Wyß) hindeuten. Lieferantin der Maschinensätze ist die Firma Alsthom, Belfort.

Fernmeldetechnik.

Die schreibenden Meßgeräte (Pegelschreiber) und ihre Verwendung im Betrieb der Deutschen Reichspost. — Um die zur Überwachung und Störungseingrenzung von Fernsprechleitungen dienenden Meßeinrichtungen den heutigen hohen Anforderungen an die Güte und Betriebsicherheit der Leitungen und Verstärker anzupassen, sind von der Siemens & Halske AG. unter Mitwirkung des RPZ selbsttätig schreibende Meßeinrichtungen entwickelt worden, die unter dem Namen Pegelschreiber zusammengefaßt werden. Mit den bisherigen Einrichtungen waren die Messungen sehr zeitraubend, insbesondere bei Rundfunk-Übertragungsleitungen mit ihrem großen Frequenzbereich. Die Aufgabe, die Meßzeit ganz wesentlich zu verkürzen, ist durch weitgehende Automatisierung der Aufnahme von Frequenzkurven gelöst worden. Bei Anwendung des Pegelschreibers braucht die Leitung dem Betrieb nur kurze Zeit entzogen zu werden und kann noch unmittelbar vor einer wichtigen Betriebsperiode nachgeprüft werden.

Der Pegelschreiber besteht aus dem Sendeteil und aus dem Empfangsteil. Er wird tragbar oder in Gestellform ausgeführt. Der Sendeteil enthält im wesentlichen einen Schwebungsummer mit einem durch Uhrwerk angetriebenen Ablaufkondensator, der Empfangsteil den Pegelzeiger mit einem ebenfalls durch Uhrwerk angetriebenen Schreiber. Außerdem sind Bedienungs- und Klinkenfelder, Spannungs-Meßeinrichtungen, Sicherungsfelder, Batteriesiebe usw. vorhanden. Der Empfänger kann vom Sender aus über die Leitung mittels Steuertons in Betrieb gesetzt werden. Der ganze übrige Teil des Sendevorgangs vollzieht sich selbsttätig. Eine Frequenzkurven-Aufnahme ist in 2 min beendet. Durch zahlreiche Schaltmöglichkeiten ist dafür gesorgt, daß die Einrichtung vielseitig verwendbar ist. Die Genauigkeit der Messungen ist 0,05 Neper bei schreibenden Messungen und 0,025 bei Handmessungen. Die Anwendungsmöglichkeiten des Pegelschreibers sind sehr zahlreich, nicht nur im Rundfunkbetrieb, sondern auch im normalen Fernsprechbetrieb. (H. Ribbeck u. Fr. Wiedemann, Europ. Fernsprechdienst 1933, S. 85.)
H. Bkm.

Fernsehversuche England—Australien. — Vor einiger Zeit sind Fernsehversuche zwischen Chelmsford (England) und Sydney (Australien) in Angriff genommen worden. Auf englischer Seite ist die Marconi-Versuchsfunkstelle G 2 BS und in Australien die Funkstelle der Amalgamated Wireless (Australasia) Ltd. beteiligt gewesen. Die Funkstelle G 2 BS in Chelmsford ist mit Strahlwerferanlagen ausgerüstet und konnte bei den Fernsehversuchen die Zeichen unmittelbar in Richtung Sydney senden. Der ebenfalls in Chelmsford errichtete britische Reichsrundfunksender G 5 SW, der Eigentum der Britischen Rundfunkgesellschaft und ein Kurzwellensender ohne Richtantenne ist, hat, entgegen anders lautenden Nachrichten, nicht an den Fernsehversuchen teilgenommen. (Television Bd. 5, S. 286.) *Gth.*

Bildtelegraphie Siam—Europa. — Am 1. II. hat Siam Anschluß an das europäische Bildtelegraphennetz erhalten. Es wurden eröffnet die Verbindungen Bangkok—Berlin, Bangkok-Kopenhagen, Bangkok—Oslo, Bangkok—Stockholm und Bangkok—Wien. In allen diesen Verkehrsbeziehungen werden die Bildtelegramme von der Bildstelle Berlin vermittelt.

Am Verkehr Deutschland—Siam können alle Orte in beiden Ländern teilnehmen. Es werden aber auch Bildtelegramme nach den übrigen asiatischen Ländern angenommen; solche Telegramme erhalten den Vermerk Postxp und werden von Bangkok aus auf dem schnellsten Postwege den Empfängern zugeführt, hinter der Anschrift müssen sie die Leitwegangabe „Bangkok" tragen. Zur Beförderung ist alles zugelassen, was sich bildtelegraphisch übermitteln läßt, also auch Gedrucktes und Geschriebenes jeder Art. Dadurch gewinnt diese Verbindung ganz besondere Bedeutung für die sich eigener Schriftzeichen bedienenden Siamesen, denen nun Gelegenheit geboten ist, ihre Telegramme in Faksimile übermitteln zu lassen. Bilder mit Halbtönen lassen sich auf dieser Verbindung nicht übertragen, wohl aber Schwarz-Weiß-Bilder, Zeichnungen usw. bis zur Größe 9 · 18 cm. Bei der Länge des bildtelegraphischen Verbindungsweges von annähernd 10 000 km spielt der zu erreichende Zeitgewinn eine beträchtliche Rolle. Die Gebühr für 1 cm² Bildfläche beträgt 1,40 RM, die Mindestgebühr für ein Bildtelegramm 140 RM. *Gth.*

Digitized by Google

Verschiedenes.

Das Edison Electric Institute. — Nach längeren Verhandlungen haben die Führer der in den V. S. Amerika tätigen Elektrizitätslieferungsindustrie anfangs des Jahres den Beschluß gefaßt, die als Propagandagründung bekannte National Electric Light Association aufzulösen und unter dem Namen „Edison Electric Institute" eine neue, den veränderten Verhältnissen mehr entsprechende Organisation ins Leben zu rufen, in der neben der NELA auch die Association of Edison Illuminating Companies aufgehen soll. Nach der interessanten Satzung des Instituts ist sein Zweck, die Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Arbeit für die Allgemeinheit fortschrittlich zu gestalten und die wissenschaftliche Forschung auf diesem Gebiet zu fördern. Ferner soll es seine Mitglieder wie auch das Publikum mit auf die Elektrizitätslieferungsindustrie bezüglichen zuverlässigen Informationen, Statistiken usw. versehen und den ihm als Mitglieder angehörenden Betriebsunternehmungen (operating company members) behilflich sein, die Elektrizität zu einem möglichst billigen Preis zu erzeugen und zu verkaufen, soweit das die Sicherheit sowie der Umfang des Versorgungsdienstes bei gehöriger Rücksicht auf die Interessen der Abnehmer, Geldgeber und Angestellten gestatten.

Ein Rat von Bevollmächtigten (board of trustees), der aus mindestens 7, aber nicht mehr als 24 in der Jahresversammlung auf drei Jahre gewählten Bevollmächtigten besteht, leitet die Geschäfte des Instituts, wählt die Beamten (officers) und bestimmt die Höhe der Jahresbeiträge. Mit seiner Genehmigung beruft der Präsident, dem ein oder mehrere Vizepräsidenten, ein vollziehender Sekretär und ein Schatzmeister zur Seite stehen, einen Arbeitsausschuß (operating committee), der unter der Jurisdiktion des Rats der Bevollmächtigten die Aufgaben des Instituts zu erledigen hat und auch die Bildung anderer Komitees anregen kann. Die Mitglieder der neuen Organisation zerfallen in vier Gruppen: Betriebsgesellschaften (operating company members) und an den Fortschritten dieser hinsichtlich des Absatzes elektrischer Arbeit interessierte Holdinggesellschaften, beide als Gesellschaftsmitglieder zusammengefaßt, sodann Einzelmitglieder, d. s. Beamte oder Angestellte der company members, und schließlich Ehrenmitglieder mit allen Privilegien der Einzelmitglieder, aber ohne das Recht, eine Geschäftstelle zu halten. Jährlich wird vom Präsidenten ein aus fünf Mitgliedern zusammengesetztes Mitgliedschaftskomitee (membership committee) gebildet, das auf Grund eingezogener eingehender Erkundigungen über Bewerbungen entscheidet, und dem es mit Billigung des Rats der Bevollmächtigten zusteht, die Geschäftspraxis eines Gesellschaftsmitgliedes zu untersuchen und gegen ein solches, wenn es die guten Sitten im Geschäftsleben verletzt oder falsche Auskünfte erteilt, disziplinarisch, u. a. durch zeitweisen bzw. dauernden Ausschluß, vorzugehen. Die Gesellschaftsmitglieder müssen mindestens jährlich von unabhängigen Revisoren geprüfte Finanzausweise mit Bilanz veröffentlichen. Für alle an die Abnehmer, Börsen und Aktionäre, an die Behörden und in die Öffentlichkeit gehenden Berichte, Informationen u. dgl. wird volle Zuverlässigkeit und klare Ursprungsangabe gefordert. Sämtliche Verträge zwischen Mitgliedsgesellschaften über Betriebsführung, Kontrolle, Ankauf, Bauausführung oder finanzielle Unterstützung von Elektrizitätslieferungsunternehmen sollen so abgefaßt und gehandhabt werden, daß sich eine rationelle, den geleisteten Diensten angemessene Belastung der Betriebsgesellschaft ergibt. Bei der Jahresversammlung (meist im Juni), deren Verhandlungsgegenstände von einer zwanziggliedrigen Kommission festgesetzt werden, haben nur die Gesellschaftsmitglieder Stimmrecht. Der Rat der Bevollmächtigten vermag auch Sonderversammlungen einzuberufen. Auf seine Empfehlung hin können in solchen bzw. auf der Jahresversammlung mit Zweidrittel-Mehrheit der anwesenden Gesellschaftsmitglieder Verbesserungen der Satzungen beschlossen werden. Präsident des Instituts für 1933 ist George B. Cortelyou, der bisherige Vorsitzende der NELA. (Electr. Wld., N. Y., Bd. 101, S. 49.) *fm.*

Energiewirtschaft.

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]. — Der Verbrauch der von 103 Werken versorgten gewerblichen Abnehmer übertraf im März 1933 den des Vormonats um 22,3 Mill kWh (6 %), war aber arbeitstäglich um 1 Mill kWh (6 %) schwächer als jener. Der Vergleich mit dem März 1932 ergibt insgesamt eine Zunahme um 22,4 Mill kWh (6 %), arbeitstäglich indessen einen Rückgang um 0,3 Mill kWh. Die Erzeugung der 122 Werke hat sich im April gegenüber dem März um 101,6 Mill kWh (9 %) verringert, arbeitstäglich zeigt sie dagegen eine Erhöhung um 3 Mill kWh (7 %), die das Reichsamt aus der im April besonders hohen Zahl von Sonn- und Feiertagen erklärt. Gegen den Parallelmonat des Vorjahres weist die Erzeugung eine Steigerung um 30,8 Mill kWh (3 %) auf, die arbeitstäglich 6,5 Mill kWh, d. h. fast 17 %, ausmachte.

Monat	Von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer					
	insgesamt		arbeitstäglich		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch			
							insgesamt Mill kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1933	1932	1933	1932	1933	1932	1933	1932	1933	1932
I.	1264,9	1137,8	48,6	45,5	421,1	389,5	16,2	15,6	3,39	3,29
II.	1086,2	1079,6	45,3	43,2	385,7	387,4	16,1	15,5	3,36	3,26
III.	1145,1	1058,5	42,4	42,3	408,0	385,6	15,1	15,4	3,16	3,25
IV.	1043,5	1012,7	45,4	38,9	.	388,0	.	15,0	.	3,14

fm.

AUS LETZTER ZEIT.

Gründung der nationalsozialistischen Rundfunkkammer. — Kürzlich fand in Berlin die Gründung der Nationalsozialistischen Rundfunkkammer e. V. statt. Mit dieser Gründung ist die deutsche Rundfunkeinheit durch die Zusammenfassung aller mit dem Rundfunk verbundenen Kräfte verwirklicht. Die Aufgaben der Kammer sind u. a.: Zusammenarbeit aller Gruppen des deutschen Rundfunkwesens in nationalsozialistischem Verantwortungsbewußtsein und Gemeinschaftsgeist; Sicherung eines einwandfreien Rundfunkempfangs im Interesse der deutschen Hörerschaft; Unterstützung der vom Reich geleiteten Rundfunkbetriebe, insbesondere der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft und anderer durch gemeinsame Werbung und Aufklärung; Erweckung des öffentlichen Verständnisses für die Aufgaben der Funkindustrie, der Erfinder und geistigen Arbeiter, der Handarbeiterschaft und des Funkhandels; unterstützende Maßnahmen für die Marktregelung sowie die Erzeugung und den Absatz von technisch hochstehenden, preiswürdigen Geräten für alle Bedürfnisse des deutschen Rundfunkmarktes, insbesondere der breitesten Volkskreise; Schutz gegen Überfremdung des deutschen Marktes und Überschwemmung mit Auslandsfabrikaten; Vorbereitung zukünftiger bedeutungsvoller Entwicklungsformen der öffentlichen Meinungsbildung, insbesondere des Fernsehens.

Ergänzung des Telefunken-Vorstandes. — Die Geschäftsleitung der Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. wurde durch den Zutritt von zwei neuen Vorstandsmitgliedern ergänzt. Die Geschäftsleitung der Firma Telefunken besteht damit aus den Herren Direktor Schwab, Dr. Rottgardt und Professor Dr. Rukop. Die gleichen Herren bilden auch den Vorstand der Klangfilm- und Telefunkenplatte-Gesellschaften.

Südamerikas größter Rundfunksender. — Der argentinische Rundfunk liegt durchweg in privater Hand. Die führende Gesellschaft, die in der Hauptstadt Buenos Aires den unter dem Namen „Radio Nacional" bekannten Sender betreibt, verfügt bisher über 6 Stationen. Sie läßt nunmehr durch die Telefunken-Gesellschaft eine weitere Sendeanlage bei der Hauptstadt errichten, die mit 37,5 kW modulierter Leistung die stärkste Station Südamerikas werden wird.

Isolierrohrindustrie und Elektrogroßhandel. — Der Verband Deutscher Isolierrohrwerke hat auf einer Sitzung mit dem Reichsverband des Deutschen Elektrogroßhandels einen Fachschaftsvertrag abgeschlossen, wodurch Fabrikation und Großhandel auf berufständischer Grundlage gebunden sind. Im wesentlichen sieht der Kölner Vertrag eine Regelung der Lieferungsbedingungen und Preisvereinbarungen vor.

Druckgasschalter für das Ausland. — Die AEG hat für Frankreich, u. zw. für das Pariser Versorgungsgebiet, einen Druckgasschalter-Satz mit Zubehör für 220 kV und 3000 MVA Kurzschlußleistung in Auftrag genommen. Ferner sind ihr von Holland und Norwegen umfangreiche Bestellungen auf Wasser- und Druckgasschalter verschiedener Einheiten zugegangen.

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 686; 1933, S. 637.

Digitized by Google

Die Elektrisierungsarbeiten an der Tauern-Bahn[1]. — Die Elektrisierungsarbeiten an der Nordrampe der Tauern-Bahn gehen planmäßig vor sich. Es handelt sich um die Errichtung der Fahrleitung. Die Strecke ist in 4 Baulose eingeteilt, von denen je eines den großen Elektrofirmen Österreichs zukommt. Insgesamt sind durch die Elektrisierung der Tauern-Bahn einschließlich der Arbeiter in den Fabriken gegenwärtig etwa 1500 Personen beschäftigt. Die Arbeiten werden sich bei normalem Verlauf so durchführen lassen, daß Anfang Dezember die Probefahrten auf der Strecke vorgenommen werden können und mit dem Jahreswechsel der elektrische Betrieb endgültig eingeführt wird.

Englische Elektrisierungsanleihe für Polen. — Der polnische Delegationsführer zur Londoner Weltwirtschaftskonferenz, Vizefinanzminister Koc, soll in London die seinerzeit aufgenommenen Verhandlungen über die Bereitstellung eines englischen Kredits für die Elektrisierung des Bahnknotenpunkts Warschau fortsetzen. Die Anleihe soll 70 Mill Zloty betragen; außerdem sollen 30 Mill Zloty zur Erweiterung des überlasteten Elektrizitätswerks Pruszkow bei Warschau flüssig gemacht werden. Der größte Teil davon dürfte auf Maschinen und Apparate entfallen, die von England geliefert werden.

Spende für die Förderung der nationalen Arbeit. — Die Mielewerke AG., Gütersloh, stellten als Spende für die Förderung der nationalen Arbeit und für die Adolf-Hitler-Spende der deutschen Wirtschaft einen Betrag von 25 000 Reichsmark zur Verfügung. Von den Werksangehörigen der Mielewerke wurde für die Spende zur Förderung der nationalen Arbeit eine Summe von rd. 18 000 RM aufgebracht.

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 335 u. 534.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftsstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Nachtrag

zum Bericht über die ordentliche Sitzung am 29. November 1932[1].

Besprechung des Vortrags

des Herrn Obering. Alvensleben:

„Physiologie und Technik der elektrischen Betäubung“[2]

Vorsitz: Herr Präsident Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr. K. W. Wagner.

Herr **Einhorn:** Ich möchte ergänzend noch auf einige Untersuchungen hinweisen, die Herr Dr.-Ing. HOLZER über das elektrische Fangen von Fischen durchgeführt hat[3]. Herr Dr. HOLZER hat dabei interessanterweise festgestellt, daß für die Betäubung eines Fisches im wesentlichen die Gesamtspannung, die an dem Tier liegt, maßgebend ist. Dieser Spannungswert ist für eine bestimmte Fischart eine Konstante („Gestaltspannung“)[4]. Verzeihen Sie, wenn ich von Spannung rede; selbstverständlich ist auch hierbei die wirklich wirksame Größe der Strom. Legt man an einen bestimmten Wasserbereich eine bestimmte Gesamtspannung, so kann man feststellen, daß größere Fische betäubt werden, nicht aber kleinere. Der Grund liegt in den Potentialverhältnissen des sich ausbildenden Feldes: Größeren Fischen wird eine größere Spannung aufgedrückt. Es findet also eine für den Fischfang außerordentlich nützliche Selektion statt.

Eines hätte ich noch gerne geklärt: Der Strom geht im Falle des elektrischen Fischens offenbar über das Herz. Trotzdem spricht Herr Dr. HOLZER durchwegs von Betäubung. Vielleicht kann Herr ALVENSLEBEN noch einiges hierüber sagen.

Vortragender: Bei den Kaltblütern tritt das Herzflimmern wohl auch ein, geht aber meist wieder in den normalen Herzschlag zurück. Die Kaltblüter sind deshalb nicht so sehr gefährdet. Im Jahre 1918 zeigte Herr Professor BORUTTAU hier in einem Vortrage das Herzflimmern an einem Frosch, dem er die Brust geöffnet hatte. Jedesmal nach dem Ausschalten des Stromes ging das Herz wieder in den normalen Schlag zurück.

Herr **Müller:** Herr Alvensleben hat unter Hinweis auf die beiden Patienten, die er uns vorgestellt hat, und den weiteren Patienten, den er uns nicht vorstellen konnte, bemerkt, daß man bei der Betäubung keine Schmerzen empfinde. Man könnte nun auf den Gedanken kommen, daß diese Schmerzlosigkeit etwas der Einwirkung des elektrischen Stromes Spezifisches und Eigentümliches wäre. Das ist nicht richtig. Kurzzeitige Einwirkungen auf den Körper werden im allgemeinen nicht als Schmerz empfunden; ich erinnere an die Schläge der Boxer und an die scharfen Hiebe auf der Mensur, die dem Getroffenen nicht als Schmerz bewußt werden. Auch die Erfahrungen im Kriege haben bestätigt, daß der Schmerz selbst bei schwerer Verwundung und erhaltenem Bewußtsein im allgemeinen nicht im Augenblick der Verletzung empfunden wird, sondern erst danach auftritt.

Herr **Junack:** Ich habe vor drei Wochen in der Berliner tierärztlichen Gesellschaft einen Vortrag über die Elektronarkose bei Mensch und Haustier gehalten und bin dabei zu wesentlich anderen Resultaten gekommen. Der Vortrag wird demnächst in der Berliner tierärztlichen Wochenschrift erscheinen. Ich möchte über die elektrische Betäubung sagen, daß es immer noch zweifelhaft ist, ob es eine wirkliche Betäubung ist oder eine Unmöglichkeit, sich zu bewegen. Wegen dieser Unsicherheit hat sich die Elektronarkose beim Menschen auch nicht eingebürgert. Sie ist zwar vielfach auch beim Menschen versucht worden. LEDUC hat sich mit 4 mA betäuben lassen. Er hat dabei aber alles gesehen und wollte ein Zeichen geben; er wollte die vollständige Betäubung haben. Er konnte aber ein Zeichen nicht geben, denn er war gelähmt. Die Ärzte haben auch die Elektronarkose aufgegeben, weil sie zu gefährlich ist. Ein Patient ist dabei gestorben, der eine starke Arteriosklerose hatte.

Die Narkose bei Tieren verfolge ich seit fünf Jahren. Die größte Bedeutung hat die Elektronarkose bei den Schweinen erlangt. Es ist aber immer noch nicht festgestellt, ob die Tiere wirklich betäubt sind. Wir haben hier in Berlin im vorigen Jahr das Weinbergersche Verfahren gehabt. Die Fleischer haben aber diese Sache wieder aufgegeben. Es macht einen guten Eindruck. Aber die Schweine zeigten Zuckungen in den Hinterschenkeln, und es stellten sich auch Blutungen in der Muskulatur ein. Es sind also praktische Gesichtspunkte, die wir Schlachthaustierärzte in den Vordergrund des Interesses stellen müssen. Nun, die Ausblutung ist bei den Schweinen gut. Nicht aber beim Rind. Mein Kollege Prof. MÜLLER schrieb noch neulich, daß die Betäubung beim Rind noch nicht genügend ausgearbeitet sei. Beim Hund hat man Operationsversuche gemacht. Der verstorbene Prof. MAYR von der Chirurgischen Klinik in München hat Versuche gemacht. Die Methode ist nur beschränkt brauchbar. Er hat 4 mA gebraucht. Die Hunde folgten in der Narkose einem Taschentuch mit den Augen, das man vor den Augen hin und her bewegte. Daraus ist geschlossen worden, daß es immer noch zweifelhaft ist, ob bei diesen Tieren eine echte Narkose besteht. Auch liegen Experimente von LEVY und MAGNUS vor, also von Elektrophysiologen, die Blutungen im Gehirn usw. gesehen haben.

Die elektrische Betäubung ist also nicht so spruchreif, wie sie hier dargestellt worden ist. Es ist auch an die Herren auf den Schlachthöfen appelliert worden, sie möchten feststellen, ob die elektrische Betäubung der Schlachttiere Vorteile hat gegenüber den anderen Betäubungsmethoden. Bestechend erscheint der Gedanke der elektrischen Betäubung, wenn man die Schweine so plötzlich zusammensinken sieht, wie es in dem Film vorhin gezeigt wurde. Aber nach 4 oder 5 s beginnen die Schweine die hinteren Gliedmaßen zu bewegen. Es sind auch Fälle vorgekommen, in denen die Schweine im Brühkessel wieder lebendig wurden oder sich sogar wieder aufrichten. So

[1] ETZ. 1932, S. 1258.
[2] ETZ. 1933, S. 741.
[3] ETZ 1931, S. 1442. Pflügers Arch. (1931) Bd. 229, S. 153; Wasserkr. u. Wasserwirtsch. (1931) Bd. 26, S. 203; Der elektrische Fischrechen, Berlin 1932, Verlag des Wasserbauinstituts der T. H. Berlin.
[4] Gleichzeitig publizierte Arbeiten von F. Scheminzky ergaben eine größere Spannungsempfindlichkeit für ältere Tiere — ein allgemein gültiges biologisches Grundgesetz (Deutung auf Grund der im Alter zunehmenden Membranpermeabilität im Sinne der Nernstschen Reiztheorie).

Digitized by Google

einfach liegt also die Sache nicht. Die Art des Stromes scheint noch zweifelhaft zu sein. Ich selbst bin Elektrotechniker. Auch muß man sich einen besonderen Transformator bauen lassen. Man muß hoffen, daß es gelingt, die richtige Stromart herauszufinden, worüber KOK und HARREVELD berichtet haben. Es ist ja bekannt, daß man den Strom nicht durch die Vorder- und Hinterpfoten leiten darf, da er dann durchs Herz geht und der Tod eintritt. — Das sind Erfahrungen, die in der Praxis gemacht worden sind, die aber nicht ausschließen, daß es doch noch gelingen wird, die richtige Stromart herauszufinden. (Beifall.)

Herr **Weber** (Royken-Norwegen): Die Ausführungen des Herrn Alvensleben waren sehr interessant. Ich freue mich, daß endlich sich auch Ingenieure mit der Betäubung von Tieren befassen. Was mich veranlaßt, das Wort zu ergreifen, ist der Umstand, daß ich seit drei Jahren Versuche mache, Wale elektrisch zu töten. Ich habe bereits die größten Wale von 30 m Länge und 4 m Breite getötet. Die Betäubung von Walen ist, physiologisch gesehen, genau ebenso wie bei den Menschen und Haustieren. Das Töten von Walen geschieht dagegen unter ganz anderen Gesichtspunkten und hat, abgesehen von den großen konstruktiven Schwierigkeiten, den großen Vorzug, daß man die physiologische und physikalische Tötungserscheinung außerordentlich rein vor sich hat. Denn der prinzipielle Unterschied ist der, daß man beim Töten der Wale die Stromquelle in das Tier hineinschießt. Es treten dabei ganz neue unbekannte Erscheinungen auf, die mich gezwungen haben, wissenschaftliche Forschungen anzustellen. Ich möchte hierzu erwähnen, daß ich drei Expeditionen vorgenommen habe. Es hat sich eine norwegische Gesellschaft gebildet mit dem Ziele, die Wale elektrisch zu töten, um die großen Verluste durch das Zerreißen der Taue usw. zu vermeiden. Diese bewegen sich immer an der Grenze der Bruchgefahr, mögen sie noch so stark sein. Bei der geringsten Wellenbewegung läuft das Tau Gefahr, zu zerreißen. Wir haben z. B. 1930 und 1931 40 000 Wale geschossen. Wenn wir nur Verluste von 10 % annehmen, so repräsentieren diese Verluste immerhin viele Millionen, die alljährlich verloren gehen.

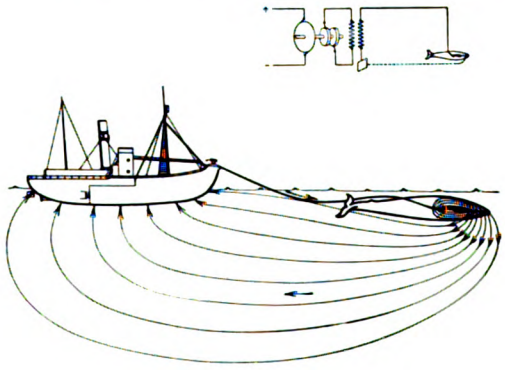


Abb. 1.

Die norwegische Gesellschaft hat aber noch eine vornehmere Aufgabe gehabt, nämlich die, den Walen einen raschen Tod zu bereiten. Einen Wal kann man nur im günstigsten Falle sofort töten. Nur wenige Harpunen wirken tödlich. Die meisten Wale bewegen sich nach Harpunenschuß und Explosion der Granate in rasender Fahrt in einem Kreise von etwa 900 m Radius. Es beginnt ein Kampf zwischen den großen Kräften des Tieres und der Geschicklichkeit der Walfänger. Entscheidend ist: bekommt man den Wal oder nicht? Man versucht, den Wal wieder vor das Schiff zu bringen und neue Harpune zu schießen.

Die erste Expedition fuhr nach den Farörinseln. Ihre Aufgabe war, festzustellen, daß Wale elektrisch dicht sind, die Spannung relativ niedrig und die Stromstärke überkommlich ist. Es wurden 4 Wale getötet. Sie legten sich sofort zur Seite.

Die zweite Expedition war rein wissenschaftlichen Zwecken gewidmet. Nachdem die Harpune in das Tier eingeschossen ist, spielen sich neue Vorgänge ab. Das Gesetz des Übergangswiderstandes einer Elektrode zu einem Elektrolyten ist nicht bekannt. Es ist auch nicht bekannt, ob es sich dabei um chemische, physikalische oder andere Erscheinungen handelt. Ferner ist nicht bekannt, welche Wirkung das Seewasser ausübt. Ich war also gezwungen, erst eine Reihe von Versuchen zu machen, die mir eine wissenschaftliche Basis geben sollten. Wenn auch die ersten Ergebnisse sehr konstant ausfielen, so war doch vorauszusehen, daß der ganze Widerstandskomplex in seine Komponenten aufgeteilt werden muß, wenn man sicher gehen will, daß das Tier betäubt bzw. getötet wird.

Eine dritte Expedition ging nach dem südlichen Eismeer. Dort galt es, die größten und wertvollsten Wale, die Blauwale, zu töten.

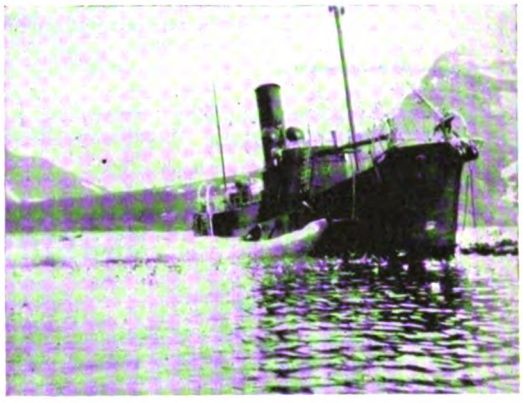


Abb. 2.

Ich möchte auf die Erscheinungen beim Töten selbst eingehen. Es ist mir vorläufig leider unmöglich, Zahlen zu nennen, da die Erreichung der Resultate unsere Aktionäre mehrere Hunderttausende gekostet hat. Die norwegischen Walfanggesellschaften sind uns sehr entgegengekommen und haben Schiffe zur Verfügung gestellt. Besonders wertvoll für die Vorarbeiten waren die Veröffentlichungen von Herrn ALVENSLEBEN im Jahre 1926, ferner die Veröffentlichungen von Prof. GILDEMEISTER sowie die Unfallstatistiken und die Veröffentlichungen von Prof. JELLINEK. So konnte ich mir ein Bild machen, das die quantitative Bestimmung zuließ. Für uns Ingenieure bleibt das Tötungs- und Betäubungsproblem doch immer eine quantitative Erscheinung, während es für die Mediziner und Physiologen eine qualitative Erscheinung ist. Deshalb ist das Problem für uns wesentlich einfacher. Ich möchte erwähnen, daß sich der Wal physiologisch wie der Mensch verhält. Ich habe gefunden, was Prof. GILDEMEISTER schon 1919 schrieb, daß der Mensch als eine homogene Kochsalzlösung aufgefaßt werden muß, daß das auch für den Wal zutrifft. Es wurde gesagt, daß man den Menschen schon mit 100 mA töten kann. Das ist eine sichere Norm. Ich glaube, so 30 mA führen beim Menschen schon sicher zur Betäubung. Beim Wal ist das aber nicht der Fall. Die untere Grenze der betäubenden Stromstärke ist hier auffallend scharf gezogen. Im Mittel ist sie wohl dieselbe wie beim Menschen. Aber es scheint doch, daß der Einfluß der Jahrhunderte alten Kultur bei Menschen eine gewisse anatomische Veränderung des Nervensystems hervorgerufen hat, die man bei den Tieren nicht beobachtet. Ich kann also sagen: ein Wal wird bei relativ 50 mA knapp in Betäubung gebracht. Ist die Stromstärke nur etwas höher, so ist die Betäubung bereits vollkommen. Wird der Strom ausgesetzt, so erwacht das Tier wieder.

Abb. 3.

Abb. 1 zeigt einen Schuß in den Wal. Abb. 2 zeigt ein Walboot, u. zw. eines der größten. Es ist etwa 37 m

Digitized by Google

lang und hat eine Dampfmaschine von 1500 PS. Auf dem Bug befindet sich die Kanone; sie hat ein Kaliber von 9 cm. Das Boot wirkt als Eisbrecher; es folgt dem Wal ins Eis hinein.

Abb. 3 zeigt einen Blauwal, der uns schleppt. Er hat ungefähr 3,5 m Rückenbreite. Sie sehen deutlich das Tau. Wenn das Tier nicht einen neuen Schuß bekommt, kann es noch stundenlang, in Ausnahmefällen noch die ganze Nacht hindurch leben.

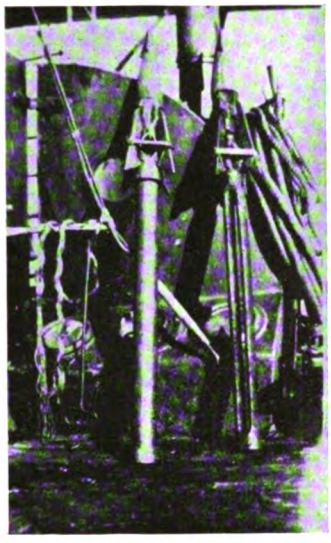


Abb. 4.

In Abb. 4 sehen wir zwei Harpunen. Links ist die elektrische Harpune; sie sind beide 184 cm lang und wiegen je 64 kg.

Ich möchte nun an einem Beispiel zeigen, mit welchen rein wissenschaftlichen Arbeiten ich zu kämpfen habe, ich mußte sogar den Spannungsabfall bestimmen, der im Munde des Wales entsteht. Ich kann sagen, daß wir heute viel klarer sehen in bezug auf den Aufbau der inneren Widerstände eines Wales und die Aufteilung in Komponenten als beim Menschen. Wir sehen in Abb. 5 den unteren Teil des Mundes eines Blauwales, den ich meinen Wissenschaftlern vorführen mußte, um zu zeigen, wie groß die Elektrodenfläche ist. Der Strom kommt aus den Schleimhäuten des Mundes und der etwa 6 m langen Zunge heraus.

Abb. 6 zeigt den Schießer. Sie sehen die für das elektrische Schießen eingerichtete Kanone. An ihr befindet sich ein Relais, das den Strom selbsttätig einschaltet, nachdem die Harpune bereits 10 m von der Kanone weggeflogen ist. Nachdem der Tötungsvorgang beendet ist, schaltet das Relais selbsttätig wieder aus. Zu Beginn der Saison ist es außerordentlich kalt und sturmreich. Viele Dutzend Male war die Kanone dick umeist. Das Seewasser spritzte täglich über Deck. Ich mußte jeden zweiten Tag die Isolation jeder Leitung untersuchen, um ein genaues Bild von der Einwirkung des Klimas, der Luftfeuchtigkeit, des Salzes und des Eises zu bekommen. Ich habe dabei als geringsten Widerstand 250 000 Ω gemessen und normal mehrere Mill Ω.

Abb. 5.

Der in Abb. 7 gezeigte Wal ist unmittelbar nach dem Schuß photographiert worden. Das Bezeichnende ist, daß man den Übergang von Betäubung zum Tod deutlich wahrnehmen kann. Ich habe mit rd. 1200 Instrumentablesungen zu bestimmen versucht, ob beim Eintritt des Todes eine Veränderung entsteht. Das ist aber ganz ausgeschlossen; denn die tödlich wirkenden Ströme — das sind die, welche Rückenmarknerven passieren —, sind so gering, daß sie kein Instrument anzeigt; sie machen nur etwa $^1/_{1000}$ der Skala aus. Der Wal hat die Eigentümlichkeit, daß er mit der Seitenflosse steuert. Fällt der Schuß, so legt er sich augenblicklich auf die Seite und schwimmt, während sonst der angeschossene Wal untergeht. Es ist sehr wertvoll, daß der elektrisch betäubte Wal an der Oberfläche bleibt; denn es gehören mindestens 5000 kg Zugkraft dazu, einen Wal wieder an die Oberfläche zu bringen. Die 3 m lange Flosse wird sich im nächsten Augenblick ganz langsam herunterbewegen. Ist sie auf dem Körper angelangt, dann ist der Wal tot. Ich habe auch Wale angeschossen, deren Flosse sofort heruntersank — ein Zeichen, daß sie sofort tot waren.

Ein Vorredner hat bezweifelt, ob eine wirkliche Narkose vorhanden ist. Man kann das am Wal sehen. Die geringste Bewegung des Schwanzes würde schon so viel Kraft hervorrufen, daß die schweren Trossen gesprengt werden. Aber der Wal liegt ganz ruhig mit geschlossenen Augen da. Einmal war die Spannung wegen schlechter Dampfzufuhr gesunken; da erwachte der Wal aus der Narkose, er blies zweimal und war dann tot.

Abb. 6.

Ich möchte noch eine Erscheinung erwähnen, die ganz typisch ist und über die ich nicht hinweggekommen bin. Der elektrische Tod ging sichtlich nicht vom Herzen aus, sondern vom Rückenmark und vom Gehirn aus. Ich habe die schärfsten Beweise dafür. Eine Harpune, die das Herz selbst verletzt, die 70 % mehr Strom aufnahm, als eine

Abb. 7.

Harpune, die 10 m weit vom Herzen lag, hat niemals diese plötzliche Wirkung wie eine Harpune, bei der der Strom den größten Teil der Rückenseite entlang geht. Das ist so auffallend, daß mich nichts von der Behauptung abbringen kann, daß eine Harpune, die im Schwanzende selbst steckt und den Wal mechanisch niemals töten könnte, mit viel weniger Strom wirkt als eine Harpune, die in direkter Nähe des Herzens liegt.

Zum Schluß eine Frage: welche Spannung wirkt tödlich? Nachdem ich den Übergangswiderstand der Harpune getrennt, das Spannungsgefälle im Kopf und im Wasser durch Versuche bestimmt hatte, blieben mir die Zahlenwerte so exakt übrig, daß ich mit einer Toleranz von ± 10 % garantieren kann: Ich hatte einen Wal mit 7,1 V getötet, und im Laufe des Tötungsprozesses stieg die Spannung selbsttätig auf 13 V. (Lebhafter Beifall.)

Herrn **Weinberger** (München): Herr Dr. JUNACK hat vorhin erklärt, daß man mit der elektrischen Betäubung sehr vorsichtig sein sollte, weil am Berliner Schlachthof die drei Betäubungsapparate, die man dort aufgestellt

Digitized by Google

hatte, wieder weggenommen worden seien, weil sie den Medizinern nicht entsprochen hätten. Insbesondere sei überhaupt noch nicht entschieden, ob wirklich eine Betäubung oder nur eine Lähmung vorliege. Ich möchte ausdrücklich hervorheben, daß Herr Dr. JUNACK sehr viel publizistisch tätig ist, und daß seine Aufsätze immer mit großem Interesse von allen Seiten gelesen werden, namentlich deshalb, weil er so ziemlich der einzige Schlachthof-Tierarzt ist, der für das betäubungslose Schächten eintritt. Außerdem hat Herr Dr. JUNACK seit dem Jahre 1927, wo die ersten Betäubungsversuche gemacht wurden, gegen die elektrische Betäubung gearbeitet. Er hat jedenfalls keine Gelegenheit vorbeigehen lassen, um der elektrischen Betäubung — wie man sagt — einen Tritt zu versetzen. Ich möchte bemerken, daß bis jetzt über 500 Schlachthöfe im In- und Ausland die elektrische Betäubung eingeführt haben, und daß die Herren Tierärzte auf den Schlachthöfen mit der elektrischen Betäubung sehr zufrieden sind. Ich weiß nicht, ob das Urteil von 500 ··· 600 kompetent ist oder einzig und allein das Urteil des Herrn Dr. JUNACK, der allein am Berliner Schlachthof, wo man die elektrische Betäubung nicht besitzt, ausschlaggebend ist.

Herr Dr. JUNACK erklärte außerdem, es sei sehr fraglich, ob es überhaupt eine Narkose ist. Ich möchte ausdrücklich hervorheben: Narkose ist eigentlich nicht der richtige Ausdruck, denn was wir machen, ist keine Narkose. Zu einer Narkose brauchen wir nur den 20. bis 30. Teil des Stromes, den wir für die elektrische Betäubung von Schlachttieren brauchen. Bei der Narkose ist das Tier daher auch nur so lange betäubt als der Strom einwirkt. Hier aber müssen wir eine Blutleere des Gehirns hervorrufen; wir müssen also eine Überdosierung machen, damit das Tier bewußtlos wird. Ich möchte mich so ausdrücken; wir wollen die Luftzufuhr sperren. Und das machen wir. Wir betäuben das Tier so stark, daß es 3 bis 5 min liegen bleibt, und in dieser Zeit kann es gestochen werden. Ich möchte ausdrücklich hervorheben, daß die Schlachthofdirektoren festgestellt haben, daß dort, wo gestochen wird, 25 s vollständig genügen, um das Tier zu entbluten. Nun ist es richtig, daß manche überhaupt nicht stechen können. Sie werden lachen, wenn ich erwähne, daß ich mir am Münchener Schlachthof das Stechen habe zeigen lassen. Ich kann heute als Ingenieur einwandfrei Schweine stechen. Vom Entbluten hängt überhaupt die ganze elektrische Betäubung ab. Es ist nach der Statistik bekannt, daß bei der Narkose auf etwa 10 000 Fälle ein Todesfall kommt. Ich möchte dazu erwähnen, daß auf Grund der Statistik heute bereits weit über 30 Mill Schweine betäubt worden sind. Das ist immerhin schon allerhand. Und unter den 30 Mill Schweinen ist noch nicht ein einziges bei der Betäubung verendet. Wohl aber ist es sehr häufig passiert, daß Schweine, wenn noch etwas Blut in diesen war, wieder aufgestanden und herumgelaufen sind. Deshalb muß man bei der elektrischen Betäubung sehr darauf achten, daß die Tiere gut entblutet werden. Man muß vor allem da hineinstechen, wo Adern sind. (Heiterkeit.) Was die sog. Lähmung betrifft, so möchte ich mich mit Herrn Dr. JUNACK nicht streiten. Ich nehme an, daß es eine Lähmung des Bewußtseins ist, und wenn das Bewußtsein gelähmt ist, dann ist der Zweck erreicht. (Heiterkeit und großer Beifall.)

Herr **Max Müller** (München): Herr WEINBERGER hat zusammen mit mir das Verfahren der elektrischen Betäubung ausgearbeitet. Wir haben dieses Problem seit 1927 von allen Seiten erfaßt. Man muß dabei zwischen zwei Dingen unterscheiden. Bei den Schlachttieren wollen wir nur betäuben und nicht töten. Die elektrische Tötung geht auch. Man braucht nur einen verstärkten Strom durch das Herz zu leiten. Früher hat man die Elektronarkose für sehr problematisch gehalten; aber sie ist in keiner Weise mehr problematisch. Man weiß heute, daß der Mensch bewußtlos wird, wenn im Gehirn Zirkulationsstörungen entstehen, wenn der Blutkreislauf im Gehirn behindert wird. Das Analogon zur elektrischen Betäubung, das auch in der Medizin lange Zeit problematisch war, ist die Epilepsie, die Fallsucht, bei der auf nicht näher bekannte Weise mehr oder weniger plötzlich eine Zirkulationsstörung im Gehirn entsteht, die dann Bewußtlosigkeit zur Folge hat. Man erkennt daran, daß die Menschen hinfallen und Zwangsbewegungen machen, und nachher, wenn sie wieder aufwachen, nicht wissen, was vor sich gegangen ist. Die elektrische Betäubung ist nun nichts weiter als ein auf elektrischem Wege erzeugter epilepsieähnlicher Zustand. Wir bewirken bei der elektrischen Betäubung eine Anämie, eine Behinderung des Blutumlaufs im Gehirn dergestalt, daß das Gehirn in eine elektrische Dichte gebracht wird, die so groß ist, daß sie einen Spasmus der gesamten Körpermuskulatur auslöst. Wenn der Strom so stark ist, daß er einen solchen Spasmus auslöst, dann wirkt er primär auf das Großgehirn, wobei etwas hervorgerufen wird, das man auch als Erregung physiologisch bezeichnen kann. Wenn man das Wort Erregung in der Literatur findet, darf man aber nicht annehmen, als sei keine Betäubung vorhanden. Das Großgehirn wird durch die Einwirkung des Stromes irgendwie erregt, und vor allem sind es die Zentren, die die Blutgefäße und die Muskulatur zusammenziehen. Wenn das geschieht, wenn also ein Spasmus am Körper auftritt, dann sind wir sicher, daß eine Zirkulationsstörung vorhanden ist, und dann kann der Folgezustand dieser Erregung nichts anderes sein als Bewußtlosigkeit.

Nun ist es richtig: diese Betäubungsweise, diese Anwendung der Elektrizität zu Betäubungszwecken geht zunächst nur bei den Schlachttieren, weil wir bei diesen Tieren nicht das Leben schonen wollen, sondern es gerade zerstören wollen. Das humane Schlachten setzt sich aus zwei Komponenten zusammen: aus einem Bewußtlosmachen und aus dem eigentlichen Tötungsakt, der in dem Verbluten besteht. Die Bewußtlosigkeit auf elektrischer Basis geht also über in eine solche auf anämischer Basis. Man weiß, daß der Tod durch Verbluten ein angenehmer sein soll. Von den alten Römern wird berichtet, daß sie sich im warmen Bad die Pulsader durchgeschnitten haben, um über den Weg anämischer Bewußtlosigkeit zu sterben.

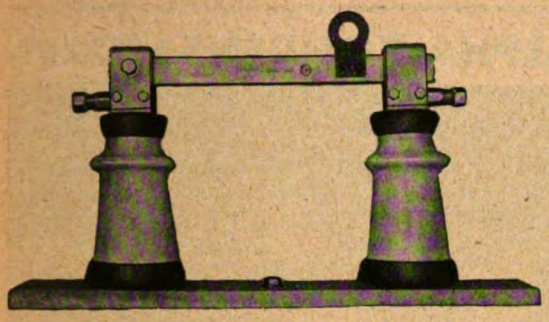
Bei Menschen ist das Verfahren der elektrischen Betäubung, wie richtig bemerkt wurde, bisher wenig verwendbar. Die Versuche von LEDUC und anderen haben keine befriedigenden Resultate gezeigt, desgleichen auch nicht die Versuche eines jungen Tierarztes ZIMMERMANN, der bei Professor MAYR in München wider mein Anraten über diese Frage als Doktorrand gearbeitet und seine Dissertation in 4 Wochen niedergeschrieben hat, u. zw. in einer mit wenig Sachkenntnis beladenen Weise. Er hat Versuche gemacht, bei denen die Tiere zum Teil nicht in den Elektrospasmus gekommen sind, wie auch die Apparatur unvollkommen war. ZIMMERMANN hat von einem gewissen Erregungsstadium gesprochen und Schlüsse gezogen, die in vieler Hinsicht falsch sind. Jedenfalls hat er in seiner Arbeit, die nicht für Schlachtzwecke, sondern für Narkosezwecke beim Operieren bestimmt war, den richtigen Schluß gezogen, daß man mit der Elektronarkose, wie er sie angewendet hat, besser nicht operieren soll. Das ist auch der richtigste Schluß, den er in seiner Arbeit gezogen hat. (Heiterkeit.)

Beim Menschen muß man zur Narkose eine Erschlaffung der Muskulatur haben und keinen Spasmus. Da das noch nicht möglich ist, ist die Elektronarkose bei den Menschen noch nicht anwendbar. Sie wird in dieser Form und mit diesen Strömen und diesen Stromstärken voraussichtlich auch nicht anwendbar werden. Man muß andere Spannungen und Stromstärken verwenden, die es ermöglichen, nur eine Zirkulationsstörung im Gehirn hervorzurufen, ohne allgemeinen Spasmus zu erzeugen. Man braucht das durchaus nicht für unmöglich halten; es bedarf nur gründlicher Untersuchungen, die an einem entsprechend eingerichteten Institut ausgeführt werden müßten.

Es kommt also bei der Betäubung darauf an, daß das Großgehirn in erster Linie in eine entsprechende Dichte kommt, die einen Spasmus erzeugt und die Blutzirkulation behindert. Wie Sie vorhin an den Bildern gesehen haben, wird ja auch tatsächlich sowohl die Herzfunktion als auch die Atmung behindert. Beides, Herzfunktion wie Atmung, kommt ja auch bei der Überdosierung, die wir bei der Betäubung der Schlachttiere anwenden, nahezu zum Stillstand. Das Strangulieren beruht ja auch darauf, daß die Blutzufuhr zum Gehirn gehemmt wird. Dadurch entsteht dann die Bewußtlosigkeit. Daß das tatsächlich der Fall ist, haben Sie vorhin in den Bildern gesehen. Es muß deshalb eigentümlich berühren, daß ein so einfaches Phänomen wie das Bewußtlosmachen der Schlachttiere, das man tagtäglich an Tausenden und Abertausenden von Schweinen sehen kann, ein nicht mit Bewußtlosigkeit einhergehender Erregungszustand sein soll. Dazu gehört schon eine besondere Art von Logik, um das in dieser Weise erfassen zu können.

Auf der anderen Seite ist die Tötung auf elektrische Weise, die als solche vielleicht gerade beim Walfang angezeigt ist, etwas, was der elektrischen Betäubung ziemlich nahe kommt. Denn die Grenze zwischen den Strömen, die wir für die Betäubung und die Tötung anwenden, liegt ziemlich nahe beieinander. Und es ist uns bekannt,

Digitized by Google



Einpoliger SUKLAM-Trennschalter

Der Suklam hat unbegrenzte Lebensdauer und verursacht nie Störungen

Gekittete Isolatoren sind veraltet, der schraub- und kittlos armierte **Suklam ist zeitgemäß und bedeutet Fortschritt.** Deshalb nur noch

Suklam-Isolatoren und -Schaltgeräte

E. NEUMANN HOCHSPANNUNGS-APPARATE, G. M. B. H.
Berlin-Charlottenburg 5, Spandauer Str. 10a – 11

Auch auf dem Schulschiff

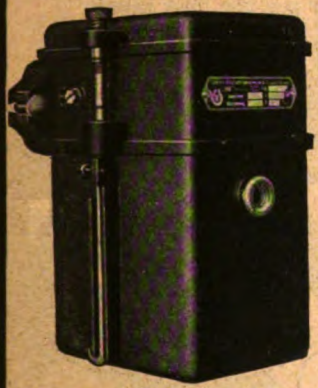
„Gorch Fock"

wieder die bewährten und langjährig erprobten

FANAL Apparate

METZENAUER & JUNG / WUPPERTAL
Spezialfabrik autom. Schaltapparate

Fernbetätigte Schaltgeräte



SBIK-Schütz

SBIK-Fernwart

Konstruktion BESAG

25 und 60 Amp.
110 bis 500 Volt

Besondere Vorzüge des SBIK-Fernwart:

1. Elektrische Freiauslösung
2. Bei Einphasenlauf verkürzte Abschaltzeit
3. Gußgekapselte Ausführung (Schutzart S 5 der RES 1928 § 19)
4. Oeldichte Trennung des Schaltraums vom Anschlußraum
5. Für Drehstrom stets 3 Auslöser
6. Eine Einstellschraube für 3 thermische und 3 magnetische Auslöser (Ausf. FMS)

Fordern Sie ausführliches Listenmaterial und Angebote von

Schiele & Bruchsaler-Industriewerke
Aktiengesellschaft Hornberg (Schwarzwaldbahn)

Wir liefern:

Kabel und Leitungen
für alle elektrischen Zwecke

Spezialität:

Original-Hackethal-Draht DRP.
(wetter-, rauch- u. säurebeständig)

Durakabel m. Längenmaßaufdruck
(für Feuchtrauminstallationen)

Hackethal-Antennenkabel
(für den störungsfreien Rundfunk)

Verlangen Sie bitte Muster mit unseren Spezialprospekten!

HACKETHAL-
DRAHT- UND KABEL-WERKE A. G.
HANNOVER
Drahtanschrift: Latecka Fernruf S.-Nr. 66021

Digitized by Google

Monasbestdraht

asbestisolierter Draht nach neuartigem Verfahren für höchste Hitzebeständigkeit, etwa 600°.

Monasbestdrähte

finden Verwendung als

Dynamodrähte

bei stoßweise stark beanspruchten Maschinen, Lasthebemagneten, Schaltschützen usw. Die Drähte werden hergestellt von 0,5 mm ⌀ bis 45 qmm mit einer Isolationszunahme von 0,15 bis 1 mm.

Asbestdrähte und Litzen

für elektrische Öfen, Herde, Heizplatten usw.

Asbestspezialkabel

für thermisch hoch beanspruchte Anlagen.

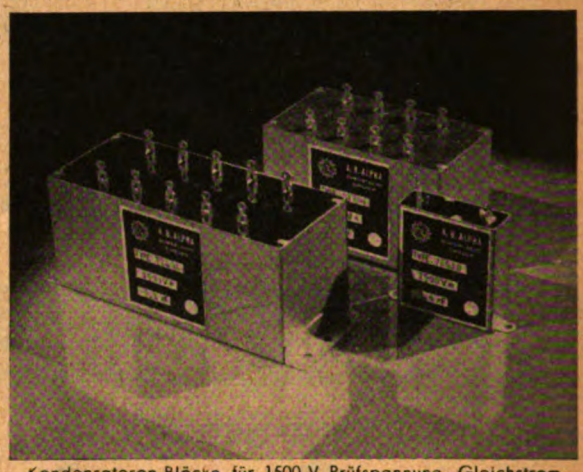
Asbestheiz- und Widerstandskordeln

für Heizkissen.

Verlangen Sie unsere Druckschriften „E". Vertreter gesucht.

MONETTE-Asbestdraht
G. m. b. H.
BERLIN-STRALAU, Alt-Stralau 4

ALPHA-KONDENSATOREN



Kondensatoren-Blöcke für 1500 V Prüfspannung, Gleichstrom

Für Fernsprecher und Rundfunk

Störungsschutz
Einheits-Kondensatoren
Kondensatoren-Blöcke
Kondensatoren-Wickel

Höchste Qualität und unübertroffene Zuverlässigkeit

Vertreter gesucht

Aktiebolaget Alpha, Sundbyberg
Schweden

DRAHTEMAILLEN

schwarz
rot — transparent
sind

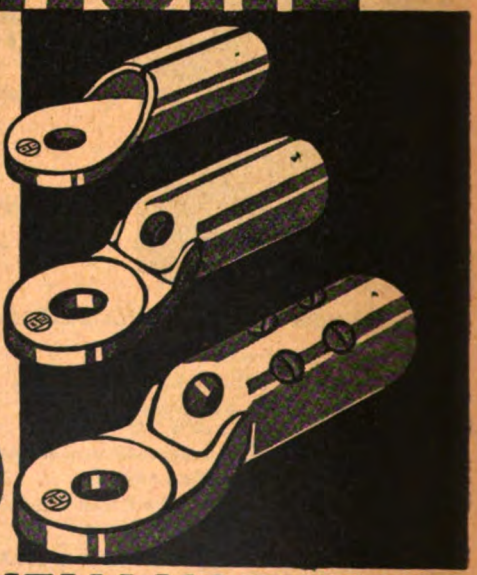
QUALITÄTSLACKE

von Weltruf

Sie geben glatte, fehlerfreie, ölfeste, hochisolierende Lackdrähte für alle Vorschriften der Fachverbände

MEIROWSKY & CO.
AKTIENGESELLSCHAFT · PORZ-RHEIN

KABEL SCHUHE
DIN VDE 6211 + 6220



J.WILHELM HOFMANN
KÖTZSCHENBRODA·DRESDEN

Digitized by Google

daß die für die Tötung geeigneten Ströme durchaus nicht die sehr hohen, sondern die mittleren Ströme sind.

Es ist vorhin erwähnt worden, daß bei der elektrischen Betäubung auch Knochenbrüche beobachtet worden seien. Das ist richtig. Ich möchte sagen: das ist fast das interessanteste Problem in der ganzen Frage der elektrischen Betäubung. Daß es möglich ist, mit ganz niedrigen Spannungen ganz schwere Knochenbrüche zu erzeugen, ist biologisch sehr interessant. Beim Schlachten ist das aber nicht erwünscht. Im allgemeinen nimmt man in der Elektropathologie an, daß, wenn durch die Einwirkung von elektrischen Strömen Brüche entstehen sollen, besondere Spannungen und Stromstärken erforderlich sind. Das ist aber nicht der Fall. Man kann auf Grund der Erfahrungen, die man beim Betäuben der Schlachttiere gemacht hat, sogar mit sehr niedrigen Spannungen und Stromstärken künstliche Knochenbrüche erzeugen. Das beruht darauf, daß gewissermaßen die Zentralstation, die Assoziationszentren des Gehirnes in Unordnung gebracht werden. Man kann, wenn der Widerstand der Haut durch Einschalten eines Elektrolyten überwunden wird, mit sehr niedrigen Spannungen schon die Gehirnfunktion in Unordnung bringen. Wenn man z. B. den zweiten Pol selbsttätig in eine Falle legt, so daß der Strom über die Hinterschenkel und das Gehirn geschlossen wird, dann wirkt die gesamte Muskulatur antagonistisch auf das Knochengerüst und dann kann es sog. Distraktionsbrüche und Konquassationsbrüche geben. Diese unliebsamen Erscheinungen, die wir anfangs beobachteten, haben wir dadurch umgangen, daß wir den Strom nicht mehr in der Längsachse einführten, wie wir es ursprünglich machten und wie es auch LEDUK angab, sondern die Elektroden nur noch am Kopf anlegten und so nur das Gehirn in die größte Dichte brachten.

Die elektrische Betäubung ist die einzige wirkliche Betäubung beim Schlachten im Gegensatz zu dem Erschlagen und Erschießen, wobei irreparable Verletzungen erzeugt werden. Bei der elektrischen Betäubung werden solche Verletzungen des Gehirns nicht hervorgerufen, sondern das Gehirn wird nur vorübergehend außer Funktion gesetzt, wodurch eine Bewußtlosigkeit eintritt. Wenn dann, wie Herr WEINBERGER schon erwähnte, schlecht gestochen wird, dann ergibt sich etwas, was man auch beim Schächten beobachtet: Wenn sich nämlich beim Schächten die durchschnittenen Blutgefäße verstopfen, dann tritt nach Ablauf der Shokwirkung wieder genügend Blut zum Gehirn zurück, womit auch das Gehirn wieder in Funktion tritt. So kann man auch sehen, daß die Schweine, die elektrisch betäubt werden und schlecht gestochen sind, wenn sie zu früh in den Brühkessel kommen, zu schwimmen anfangen. Das tun aber nicht nur die elektrisch betäubten Schweine, sondern alle Tiere, auch schußbetäubte Tiere, die schlecht verblutet sind, in gleicher Weise. Das ist nichts, was mit der elektrischen Betäubung etwas zu tun hat, sondern das ist ein Fehler in der Kunstfertigkeit des richtigen Schlachtens durch schnelles und gutes Verbluten. (Beifall.)

Herr Bongert: Der heutige Abend hat sich dahin ausgewirkt, daß festgestellt werden soll, ob mit dem Schächtakt eine Tierquälerei verbunden ist, und ob durch die elektrische Betäubung diese Tierquälerei unterbunden wird. Ich bin mit dem Schächten vertraut und stehe auf dem Standpunkt einer Reihe von Physiologen mit anerkanntem Weltruf, daß ein richtiger Schächtschnitt sofort eine Bewußtlosigkeit herbeiführt, weil jede mit Blut überströmte Wunde nicht schmerzt. Was die elektrische Betäubung anlangt, so ist auch durch die Vorführungen mit den Tieren nicht bewiesen, daß tatsächlich keine Schmerzempfindung eintritt. Wenn das doch der Fall sein sollte, dann müßte das auch bei Menschen einwandfrei nachgewiesen werden, und das ließe sich nur dadurch machen, daß einmal die Herren WEINBERGER und Prof. Dr. MÜLLER sich in unserer Gegenwart betäuben lassen. (Heiterkeit.) Wir können uns nicht in die Psyche eines Tieres versetzen. Das ist mein Standpunkt, den ich auch als Veterinärarzt vertrete. (Beifall.)

Herr Panse: Ich möchte nur kurz einmal vom Standpunkte des Nervenarztes aus der Unfallpraxis betonen, daß man aus dem Auftreten von Reflexbewegungen nicht etwa schließen darf, daß erhaltenes Bewußtsein vorliegt. Diese Frage ist schon beim elektrischen Unfall berührt worden. Beim elektrischen Unfall tritt bei größeren Stromstärken stets eine echte Bewußtlosigkeit auf, die bei sehr hohen Stromstärken sogar über das eigentliche Unfallereignis hinweg zurückgreift und die Erinnerung an die kurz vorhergehenden Ereignisse ausschaltet. Wichtig könnte eigentlich nur sein, ob zur Zeit der Durchströmung und der Reizung der Muskulatur das Bewußtsein ausgeschaltet ist oder nur die Unfähigkeit, sich zu bewegen, eintritt. Ich halte diese Frage nach der Richtung hin schon für gelöst, daß auch in diesem Augenblick eine Bewußtlosigkeit vorhanden ist. Daß eine Bewegungslosigkeit bei erhaltenem Bewußtsein nach Öffnen des Stromkreises zurückbleibt, ist aus der Unfallpathologie nicht bekannt und auch bei Tieren nicht anzunehmen. (Beifall.)

Vorsitzender: So interessant sich auch die Diskussion gestaltet hat, so werden wir jetzt doch abbrechen müssen, da die Zeit sehr vorgeschritten ist. Ich erteile noch Herrn ALVENSLEBEN das Schlußwort.

Vortragender: Auf die Ausführungen von Prof. BONGERT will ich nicht weiter eingehen. Ich möchte nur betonen, daß ich mich auf eine 30jährige Erfahrung stütze, und daß ich immer wieder sehe, daß bei der elektrischen Betäubung tatsächlich eine Bewußtlosigkeit eintritt. Ich bin aber Herrn Dr. JUNACK außerordentlich dankbar, daß er diese Frage angeschnitten hat, denn eine so anregende Diskussion hätten wir sonst nicht gehabt. Ich freue mich vor allem, daß wir hier auch Herren gehört haben, die gerade auf dem Gebiete der Gehirnpathologie ganz Außerordentliches geleistet haben und dieses Gebiet als ihre Lebensarbeit betrachten, nämlich Herrn Prof. KREUZFELD und Herrn Dr. PANSE von der Heilanstalt Wittenau. Ich glaube, diese Herren hätten in die Diskussion nicht eingegriffen, wenn nicht Herr Dr. JUNACK seine Bedenken vorher geäußert hätte. Das war sehr wertvoll; denn man hört diese Herren leider sehr selten. Sie geben ja immer so wenig aus ihrem Wissensgebiet her. Heute haben sie sich offenbart, und das betrachte ich als den schönsten Lohn für den Vortrag.

Vorsitzender: Den Ausführungen des Herrn ALVENSLEBEN schließe ich mich an und spreche auch meinerseits allen Rednern den Dank des Vereins aus. — Damit schließe ich die Sitzung.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär.
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33.

Betr.: Installationsselbstschalter.

Lt. Mitteilung des Elektrischen Prüfamtes 3 in München entsprechen die nachstehend aufgeführten Installationsselbstschalter der Firma Karl Ulmer, feinmechanische Werkstätte, Stuttgart-Möhringen, den seit dem 1. VII. 1930 geltenden Leitsätzen des VDE für Installationsselbstschalter (VDE 0640/1930):

Installationsselbstschalter in Sockelform mit rückwärtigen Anschlußbolzen, für 6 A 250 V Gleichspannung, 380 V Wechselspannung, Ursprungszeichen K.U., mit thermischer (verzögerter) und hiervon unabhängiger elektromagnetischer (unverzögerter) Auslöseeinrichtung und Freiauslösung.

Prüfzeit: November 1932/Juli 1933.

Für Installationsselbstschalter wird bekanntlich die Genehmigung zur Benutzung des VDE-Zeichens noch nicht erteilt. Es können aber Installationsselbstschalter, welche lt. Gutachten des Elektrischen Prüfamtes 3 in München den obenerwähnten Leitsätzen entsprechen, ebenso als verbandsmäßig angesehen werden wie andere Apparate, deren Übereinstimmung mit den VDE-Vorschriften von der VDE-Prüfstelle durch Erteilung der Zeichengenehmigung anerkannt worden ist.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Schirp.

Digitized by Google

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Neon-Leuchtröhren, ihre Fabrikation, Anwendung und Installation. Von Ziv.-Ing. P. Möbius. Mit 66 Abb. u. 76 S. in 8°. Verlag Hachmeister & Thal, Leipzig 1932. Preis geh. 3,20 RM.

Das Buch will die Erfahrungen des Verfassers im Bau und Betrieb von Fabriken für Entladungsleuchtröhren wiedergeben und Winke für die Installation und den Betrieb von Leuchtröhren erteilen. In einer Einleitung werden die physikalischen Grundlagen der Gasentladung erörtert, allerdings nur die Erscheinungen der Hochspannungs-Niederdruck-Entladung. Die Glühkathodenröhren für Netzspannungsbetrieb werden ganz kurz auf noch nicht einer Seite behandelt. Es sei hier richtiggestellt, daß diese Röhren auch für Netzspannungen weit unterhalb $2 \cdot 250$ V, die der Verfasser als niedrigste Betriebspannungen erwähnt, hergestellt werden können. Die neuesten Fortschritte in der Herstellung dieser Hochleistungsröhren werden noch nicht berücksichtigt. Einen großen Teil der Ausführungen nimmt die Beschreibung der Röhren- und Elektrodenherstellung, der Montage des Innenaufbaus, der Pumpmethoden, des Pumpvorganges, der Füllung der Röhren sowie anderer Fabrikationsmaßnahmen ein. Mit Installation und Betrieb der Röhren beschäftigt sich der nächste Teil des Buches, der nichts wesentlich Neues bringt, aber eine gute Zusammenstellung der einschlägigen Arten gibt. Verhältnismäßig kurz werden die neuen mehrfarbigen Röhren der Osram-Philips-Neon AG. beschrieben, die sehr eigenartige Farbwirkungen hervorzubringen vermögen. Zum Schluß wird eine kleine Zusammenstellung der ausländischen Literatur gegeben. Die deutsche Literatur wird am Ende der einzelnen Kapitel aufgeführt. Allerdings können die Literaturangaben wohl kaum den Anspruch auf Vollständigkeit erheben, da sie recht knapp bemessen sind.

Das Buch dürfte in erster Linie für Elektroinstallateure geeignet sein. F. Born.

Amber to Amperes. The Story of Electricity. Von E. Greenwood. Mit Abb., IX u. 332 S. in gr. 8°. Verlag Harper & Brothers, New York u. London 1931. Preis geb. 15 s.

Im Schlußwort sagt der Verfasser, daß er nicht eine ins Einzelne gehende Geschichte der Elektrizität und des Magnetismus habe schreiben wollen, sondern sich bemüht habe, den historischen Hintergrund zu jedem bedeutenden Geschehnis dieser Geschichte darzustellen. Er beginnt mit Thales und geht bis zur Jetztzeit; zumindest für den deutschen Leser ist jedoch dieses Buch ungenießbar. Der logische Aufbau fehlt, die Auswahl der Geschehnisse und Personen läßt zu wünschen, die Behandlung ist oberflächlich, und leider fehlt auch dem Verfasser das Einfühlungsvermögen in Dinge, die nicht jetzt und in Amerika geschehen sind; der eigentliche gedankliche Hintergrund früherer Zeiten ist ihm fremd geblieben. Man weiß nicht, für welchen Leserkreis man dieses Buch empfehlen könnte. G. H. Winkler.

Die ferromagnetischen Legierungen und ihre gewerbliche Verwendung. Von Dipl.-Ing. W. S. Messkin, umgearb. u. erw. v. Dr. phil. A. Kußmann. Mit 292 Textabb., VIII u. 418 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. 44,50 RM.

Die Verfasser unternehmen mit vorliegendem Buch den Versuch, den gesamten heute vorliegenden Wissenstoff über den Ferromagnetismus der Metalle und Legierungen sowie seiner praktischen Ausnutzung, nach einheitlichen Gesichtspunkten geordnet, zusammenzufassen. Nach einleitender Behandlung der magnetischen Grundbegriffe werden sämtliche heute in der Praxis eingeführten Prüf- und Untersuchungsmethoden für Dauermagnetstähle und magnetisch weiche Materialien eingehend und kritisch geschildert. Sonderkapitel über Magnetisierungsverfahren und die angenäherte Berechnung von Dauermagneten ergänzen diesen sich mehr an den Elektrotechniker wendenden Hauptabschnitt.

Eine ausgezeichnete Darstellung des so schwierigen Kapitels über den Einfluß der chemischen Zusammensetzung und der Zustandsbedingungen auf die magnetischen Eigenschaften der Metalle und Legierungen bildet im Zusammenhang mit je einem Abschnitt über die magnetische Analyse und technologischen Eigenschaften die Grundlage für die sehr ausführliche Behandlung der heute im Brennpunkt des Interesses stehenden Magnetstähle verschiedenster Zusammensetzungen und Eigenschaften. Die sich mit diesem Spezialgebiete beschäftigenden Arbeiten sind gerade hier bis zum Erscheinungsjahr voll berücksichtigt. Legierungen für Dynamobleche und besondere Verwendungszwecke (hohe Sätt., hohe Anfangspermeab., konst. Permeab., temperaturabhängige Magnetis.) werden in weiteren Abschnitten umfassend behandelt. Ein Aufsatz über die Herstellung magnetischer Legierungen beschließt das Buch, dessen Wert durch ein ausführliches Sach- und Namenverzeichnis noch weiter gesteigert wird.

Von Ingenieuren der Hüttenindustrie und der Elektrotechnik wird dieses Buch wärmstens und dankbar begrüßt werden. Dies um so mehr als der äußerst umfangreiche, bis heute in zahllosen Einzelarbeiten der verschiedensten Disziplinen verstreute Stoff elegant behandelt und trotz der notwendigen Konzentration sehr flüssig dargestellt werden konnte. In Anbetracht der Bedeutung des Buches erscheinen aber einige Anmerkungen notwendig. So ist das wahllose Durcheinanderwerfen von Vektoren und Skalaren in den Kapiteln I und II mehr als ein Schönheitsfehler und sollte in einem so gutgeschriebenen Buche nicht zu finden sein. Gleichungen wie $\Phi = \mu q \mathfrak{H}$ sind unmöglich. Auch wäre eine schärfere Fassung der Definitionen dringend erwünscht. Bezüglich der Permeabilität vermißt der Leser einen Hinweis auf die für Streuungsberechnungen so wichtige Tatsache, daß für Dauermagnete $\mu = \text{const}$ soweit reversible Prozesse in Frage stehen und außerdem dem Betrag nach sehr klein ($\mu \simeq 10$—40) ist. Weiterhin ist das Kapitel über die Magnetberechnung zu sehr nur referierend gegeben; eine kritische Behandlung wäre in Anbetracht der unbefriedigenden Lage gerade auf diesem Gebiet bei einer Neuauflage sehr zweckmäßig. Zu S. 34: Der Prüfapparat von Darwin und Millner ist von E. A. Watson angegeben und entwickelt worden, er wird übrigens heute in England auch für Koerzitivkräfte von über 200 Oersted mit gutem Erfolg verwendet.

Diese Anmerkungen können jedoch den Wert des Buches nicht beeinträchtigen und unterstreichen nur die Schwierigkeit der Aufgabe, die, alles in allem, von den Verfassern in einer Weise gelöst wurde, zu der man sie nur beglückwünschen kann. E. J. Kurz.

Vorlesungen über einige Klassen nichtlinearer Integralgleichungen und Integro-Differentialgleichungen nebst Anwendungen. Von Prof. Leon Lichtenstein. Mit X u. 164 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1931. Preis geh. 16,80 RM.

Der Verfasser hat im wesentlichen seine eigenen, tief schürfenden Untersuchungen über nichtlineare Integralgleichungen in einem kleinen Buch zusammengefaßt. Es wendet sich in erster Linie an Mathematiker, die vor allem das Bedürfnis haben, die Existenz von Lösungen sichergestellt zu wissen. Die große Allgemeinheit bringt es mit sich, daß das Buch an den Leser erhebliche Anforderungen stellt; es ist kein Lehrbuch für Anfänger. Der Praktiker wird sich besonders das zweite Kapitel: Anwendungen ansehen. Es behandelt in 5 Paragraphen die Fortpflanzung zweidimensionaler permanenter Oberflächenwellen endlicher Amplitude in Fortführung der bekannten Untersuchungen von Levi-Cività, ein Randwertproblem aus der Theorie der Wärmestrahlung, die elliptischen Differentialgleichungen. Das erste Kapitel gibt die theoretische Grundlage, indem es die nichtlineare Integralgleichung im kleinen behandelt, d. h. ihr Verhalten in der Umgebung einer bekannten Lösung. Die Erhard-Schmidtsche Theorie findet eine eigenartige Darstellung. Das dritte Kapital bringt eine theoretische Weiterführung: Integro-Differentialgleichungen, die sich nicht auf Integralgleichungen zurückführen lassen. Als Anwendung werden die Gleichgewichtsfiguren rotierender Flüssigkeiten, die Dynamik inkohärenter gravitierender Medien und die Hydrodynamik inkompressibler, reibungsloser Flüssigkeiten, bekanntlich Lieblingsprobleme des Verfassers, behandelt. Ein viertes Kapitel spricht von den Integralgleichungen im großen. Leider werden die schönen Untersuchungen Hammersteins nur in einer Anmerkung gestreift. Im ganzen also ein kleines, aber außerordentlich wertvolles Spezialwerk. G. Hamel.

Gruppeneinteilung der Patentklassen. Bearb. i. Reichspatentamt. 5. Aufl. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1933. Preis geh. 28 RM, geb. 30 RM.

Stichwörterverzeichnis. Alphabetische Zusammenstellung techn. Gegenstände m. Angabe der dazugehörigen Patentklassen, Gruppen u. Untergruppen. Be-

Digitized by Google

arb. i. Reichspatentamt. 4. Aufl. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1933. Preis geh. 38 RM, geb. 40 RM.

Das Reichspatentamt hat mit Rücksicht auf die starke Entwicklung, die die Technik in den letzten Jahren genommen hat, eine neue Gruppeneinteilung der Patentklassen mit dem zugehörigen Stichwörterverzeichnis herausgegeben. Unter den Gebieten, die hierdurch besonders betroffen sind, befindet sich auch die Elektrotechnik, die in der Hauptsache in der Klasse 21, mit einigen Sondergebieten aber auch in den Unterklassen 20^k und 20^l (elektrische Bahnen) und in der Klasse 74 (Signalwesen) untergebracht ist. In der Elektrotechnik war das Bedürfnis nach weiterer Unterteilung in einzelnen Zweigen, wie z. B. in der Fernsprechvermittlung (Klasse 21^{a^2}) und Nachrichtenübermittlung mittels hochfrequenter elektrischer Schwingungen (Klasse 21^{a^4}), zufolge des stürmischen Anschwellens dieser Gebiete besonders groß. Durch Anfügen von zwei Dezimalen an die bisherigen Gruppennummern ist es gelungen, die Unterteilung ganz erheblich zu verfeinern und dabei an der bisherigen Gruppeneinteilung im großen festzuhalten. Die Zahl der Gruppen für Elektrotechnik ist zum mindesten verdoppelt.

Das zugehörige Stichwörterverzeichnis, das ebenfalls durch Aufnahme neuer Wörter bedeutend erweitert ist, ermöglicht es, für alle erdenkbaren technischen Gegenstände die zugehörige Klasse bzw. Unterklasse und Gruppe zu finden. Das ist nicht nur für die amtliche Einordnung der einlaufenden Patentanmeldungen in die richtige Klasse und Unterklasse von Bedeutung, sondern auch für Erfinder, die sich vor Nachsuchung eines Patents an der Hand der in der Auslagehalle des Reichspatentamts befindlichen öffentlichen Sammlung der deutschen Patentschriften über den Stand der Technik unterrichten wollen. Ihnen gibt das Stichwörterverzeichnis den Schlüssel zum Auffinden der Gruppe der Sammlung, in der sie sich nach dem Vorhandensein ähnlicher Gegenstände umsehen können. Von dieser Möglichkeit sollte im eigenen und im Interesse der Entlastung des Patentamts weitgehend Gebrauch gemacht werden. Da die beiden Werke in jeder der etwa 80 Stellen im Deutschen Reiche eingesehen werden können, wo die amtlichen Patentschriftensammlungen ausliegen, besteht die Möglichkeit, sich vorher über die Aussichten einer Patentanmeldung zu unterrichten, nicht nur beim Patentamt in Berlin, sondern an allen diesen Stellen, die sich in den wichtigen Industriezentren und bei den Technischen Hochschulen befinden. Ein Verzeichnis dieser Stellen wird alljährlich im Blatt für Patent-, Muster- und Zeichenwesen veröffentlicht. Kahle.

Neue Zeitschriften:

Der kurze Kommentar. Blätter für praktische Gesetzesanwendung. Bd. 1, Nr. 1, Juli 1933. Erscheint monatlich zweimal. Verlag Buchkunst, Berlin SO 36. Preis vierteljährl. 5 RM, Einzelnummer 1 RM.

Eingegangene Doktordissertationen.

Ludwig Reinach, Die Gestaltung des Stromlieferungsvertrages mit Rücksicht auf die ökonomische Bedeutung technischer Eigentümlichkeiten der öffentlichen Elektrizitätsversorgung. T. H. Karlsruhe 1932.

Heinrich Riedl, Untersuchung der Beanspruchungen, die in einer schnell umlaufenden Scheibe durch exzentrisch wirkende Fliehkräfte hervorgerufen werden. T. H. Karlsruhe 1932. (Sonderdr. aus H. 3 der Mitt. des Inst. f. Strömungsmaschinen a. d. T. H. Karlsruhe.)

Friedrich Seidl, Die Wirtschaftlichkeit der Erzeugung elektrischer Arbeit aus der Müllverbrennung. T. H. Berlin 1932.

Willy Speidel, Wirtschaftliche Energieverteilung in Drehstromkabelnetzen. T. H. Darmstadt 1931.

Hans Schmidt, Die Abnutzung von Lehren. T. H. Karlsruhe 1932.

Adolf Schmolz, Betrieb von vermaschten Höchstspannungs-Drehstromnetzen zur einheitlichen Versorgung von großen Gebieten. T. H. Braunschweig 1933.

Hie-An Tjia, Zur Kenntnis der spezifischen Wärmen von Braunkohlen-Koksen und -Aschen. T. H. Berlin 1932.

Horst Walther, Die Reibungsleistung rotierender Scheiben. T. H. Stuttgart 1930.

Walter Arend, Das aerodynamische Verhalten von Schüttungen nicht backender Kohle auf Wanderrosten. T. H. Hannover 1932.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus den Jahresabschlüssen deutscher elektrotechnischer Gesellschaften*.

Werte in 1000 RM

(Die fettgedruckten Ziffern beziehen sich auf das Jahr 1931/32 die *schräg* „ „ „ „ „ „ „ 1930/31)

Name der Gesellschaft	Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin	C. J. Vogel Draht- u. Kabelwerke AG., Berlin	Südd. Telefon-Apparate-, Kabel- und Drahtwerke AG. (Te-Ka-De), Nürnberg	Deutsche Telephonwerke u. Kabelindustrie AG., Berlin
Geschäftsjahr	Okt./Sept.	Okt./Sept.	Juli/Juni	Okt./Sept.
A. Aktiva				
I. Anlagevermögen	**117 832** / *120 721*	**4 106** / *4 300*	**1 252** / *1 365*	**4 739** / *5 048*
II. Beteiligungen	**144 783** / *170 560*	**939** / *949*	**5** / *19*	**113** / *119*
III. Umlaufsvermögen:				
1. Vorräte	**44 235** / *72 801*	**1 106** / *1 454*	**373** / *889*	**1 711** / *2 585*
2. Effekten	**3 085** / *4 588*	**124** / *69*	**430** / *780*	**266** / *242*
3. Forderungen:				
a) an abhängige u. Konzerngesellsch.	**37 271** / *36 704*	**446** / —[1]	**158** / —[1]	**172** / —[1]
b) an sonstige Schuldner	**68 926** / *93 292*	**1 025** / *1 799*[1]	**1 445** / *3 007*[1]	**1 013** / *1 508*[1]
4. Kasse, Wechsel, Schecks, Bank- u. Postscheckguthaben	**54 419** / *78 308*[2]	**1 103** / *1 058*	**1 227** / *25*	**1 925** / *1 245*
Summe III	**207 936** / *285 693*	**3 804** / *4 380*	**3 633** / *4 701*	**5 087** / *5 580*
1931/32 gegen Vorjahr in %	—27,3	—13,2	—22,7	— 8,8
B. Passiva				
I. Grundkapital	**185 000** / *185 000*	**3 660** / *3 660*	**3 000** / *3 000*	**7 200** / *7 200*
II. Reservefonds	—[4] / *42 094*	**366** / *366*	**450** / *450*[14]	**1 000** / *1 000*
III. Unterstützungsfonds	**18 423** / *17 299*[5]	— / —	**75** / *71*	— / —
IV. Rückstellungen	**22 432**[5] / —[5]	**312** / —	**328** / —	— / —
V. Wertberichtigungen	**4 000** / —	— / —	**149** / —	— / —
VI. Verbindlichkeiten:				
1. aus Hypotheken, Schuldverschrb., langfr. Darlehen	**134 136** / *144 352*	**3 400** / *3 433*	**1** / *1*	**1 424**[15] / *1 638*[15]
2. gegenüber abhäng. u. Konzerngesellschaften	**31 656** / *36 188*	**15** / —[1]	**116** / —[1]	**507** / *716*
3. Sonstige	**113 010** / *156 541*[5,6]	**1 056** / *2 170*[1]	**745** / *2 541*[1]	
Summe VI	—[7] / —[7]	**4 471** / *5 603*	**862** / *2 542*	**1 931** / *2 354*
1931/32 gegen Vorjahr in %	—	—20,2	—66,2	—18,0
Bilanzschlußzahl	**508 657** / *581 474*[2]	**8 873** / *9 629*	**4 890** / *6 086*	**10 132** / *10 760*
C. Aus Gewinn- und Verlustrechnung				
I. Steuern	**6 669** / *2 829*	**150** / —[13]	**194** / *109*	**319** / *384*
II. Soziale Abgaben	**11 635** / —	**117** / *342*[13]	**49** / —	**162** / —
III. Abschreibungen	**45 067**[8] / *3 671*[9]	**240** / *2 069*	**304** / *178*	**423** / *400*
IV. Jahresreingewinn[2]	— / —	**65** / —	**3,6** / —	— / *50*
V. Dividende	— / —	— / —	— / —	— / —
VI. Jahresreinverlust[2]	**72 752**[10] / *20 054*[11]	— / —[13]	— / *0,3*	**342** / —

Anmerkungen:

1 Für 1930/31 keine getrennte Angabe.
2 Ohne Vorjahresvortrag.

Aus den Geschäftsberichten für 1931/32:

Zu I. Allgemeine Elektricitätsgesellschaft.

Anmerkungen:

3 Der Saldo aus Bankguthaben und -schulden lt. Bilanz ist hier in Aktiv- und Passivposten aufgeteilt bei entsprechender Änderung der Bilanzschlußzahl.
4 Reserve in Höhe von 42 093 870 RM zur Verlustdeckung verwandt.
5 Zuzüglich 9 575 063 RM Rücklagen für Ruhgehaltsverpflichtungen aus Kreditoren analog der Verbuchung für 1931/32. Die Kreditoren (VI 3) sind entsprechend gekürzt.

* Vgl. ETZ 1933, S. 643.

Digitized by Google

6 1930/31 größtenteils unter Kreditoren verbucht.
7 Keine Summe, da die Posten nicht voll vergleichbar sind.
8 Davon auf Beteiligungen 32 457 994 RM.
9 Auf Gebäude und Maschinen.
10 Abzüglich Reserven ergeben sich 30 657 736 RM Verlust, der auf neue Rechnung vorgetragen ist.
11 Dieser Betrag stellt nicht den gesamten Jahresreinverlust dar, da zur Verlustdeckung außer diesem aus den öffentlichen Reserven entnommenen Betrag von 20 053 580 RM noch ein Teil der inneren Reserven herangezogen wurde.

Umsatz:

Geschäftsjahr 1. 10. ··· 30. 9.	Umsatz in Mill RM	gegen Vorjahr in %
1928/29	580	—
1929/30	520	—10,4
1930/31	370	—28,9
1931/32	220	—40,5
Umsatz 1931/32 in % des Höchststandes v. 1928/29	38%	

Der Rückgang des Geschäftes hat den Inlands- und Auslandsabsatz ungefähr gleichmäßig getroffen. Der schlechte Geschäftsgang der Tochtergesellschaften und verschiedener Unternehmungen, an denen die AEG beteiligt ist, machten die Vornahme außerordentlicher Abschreibungen erforderlich. Da eine Voraussage für die Entwicklung der kommenden Jahre und damit eine den Rentabilitätsaussichten entsprechende Bewertung der wesentlichsten Aktiva der Gesellschaft, das heißt der Fabriken und Produktionsstätten, noch nicht möglich erscheint, hat sich die Verwaltung entschlossen, jetzt noch davon abzusehen, eine finanzielle Reorganisation der Gesellschaft vorzuschlagen. Sie ist sich aber darüber klar, daß, sobald die Umstände es gestatten, die jetzt noch zurückgestellte weitere Anpassung der Buchwerte an die veränderten Verhältnisse erfolgen muß. Über die einzelnen Produktionsgebiete wird berichtet, daß für Kraftwerksanlagen der Auftragseingang weiter rückläufig war. Glasgleichrichter und Eisengleichrichter wurden für in- und ausländische Elektrizitätswerke zahlreich bestellt und in Betrieb gesetzt. Ebenso wurden Schaltanlagen sowohl mit Druckgasschaltern und Wasserschaltern als auch mit neuzeitlichen Ölschaltern in großer Zahl ausgeführt und neu in Auftrag genommen. Auch Transformatoren wurden zahlreich abgeliefert. Für verschiedene Zwecke wurde eine Reihe Stromrichter abgesetzt. Für einige Anlagen des In- und Auslandes wurden Ölkabel für 25 und 50 kV Betriebspannung geliefert. Eingehende Versuche mit Ölkabeln und Garnituren für 150 kV brachten den Beweis voller Betriebsicherheit. Im Bahngeschäft war trotz des schlechten Absatzes von Straßenbahnen und Werk- und Grubenlokomotiven infolge der größeren Bestellungen der Reichsbahn der Gesamtauftragseingang höher als im Vorjahr. Auf dem Gebiet der Elektroschweißung ist das der Gesellschaft geschützte Arcatom-Verfahren vervollkommnet worden und nimmt an Verbreitung zu. Im Absatz an die Industrie konnte der Anteil am Geschäft der elektrischen Ausrüstungen für Textilmaschinen dank wertvoller Sonderausführungen gesteigert werden, für die Papierindustrie waren für das Inland und auch für Frankreich belangreiche Aufträge auszuführen. Die Abteilung Schiffbau und Heerwesen konnte ihren Auslandsumsatz verdoppeln. Für die Fluginsel „Westfalen" wurde die elektrische Ausrüstung geliefert. Der Umsatz in Haushaltgeräten zeigte einen mäßigen Rückgang, der Absatz an Installationsteilen litt weiter unter der geringen Bautätigkeit. Aus dem Schwachstromgebiet werden die fabrikationsfertig abgeschlossenen Entwicklungsarbeiten an den neuen Isoperm-Kern-Pupinspulen erwähnt, die in hohem Maße das Interesse der in- und ausländischen Postverwaltungen gefunden haben.

Hauptsächliche Beteiligungen*

Sachsenwerk Licht- und Kraft AG., Niedersedlitz,
Bergmann Elektrizitätswerke AG., Berlin,
Vereinigte Eisenbahnsignalwerke G. m. b. H., Berlin,
Osram G. m. b. H. Kommanditgesellschaft, Berlin,
Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H., Berlin,
Deutsche Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H., Berlin,
Standard Elektrizitäts AG., Berlin,
Klangfilmgesellschaft m. b. H., Berlin,
Borsig Lokomotivwerke G. m. b. H., Berlin,
Nationale Automobilgesellschaft AG., Berlin,
Schlesische Kleinbahn, Kattowitz,
Verkehrsbetriebe Oberschlesien, Gleiwitz,
Bayerische Zugspitzbahn AG., Garmisch,
Deutsche Werft, Hamburg,
Bank elektrischer Werte AG., Berlin (im laufenden Geschäftsjahr an die AG. Sächsische Werke in Dresden abgetreten).

* Außerdem ist die AEG an einer Reihe von Fabrikationsgesellschaften beteiligt, die Zulieferanten für ihre Fabriken sind, sowie an einer großen Zahl von Vertriebsgesellschaften.

Zu II. C. I. Vogel Draht- und Kabelwerke AG.

Anmerkungen:

12 Einschließlich Steuern.
13 Zum Ausgleich des in der Bilanz nicht erscheinenden hohen Verlustes erfolgte Kapitalherabsetzung von 7,2 auf 3,66 Mill RM und Verminderung des gesetzlichen Reservefonds auf 366 000 RM.

Umsatz*:

Geschäftsjahr 1. 10. ··· 30. 9.	in Mill RM	gegen Vorjahr in %
1929/30	18,3	—
1930/31	12,1	—35,9
1931/32	7,0	—42,1

* von Vogel, Ariadne und Naumann.

Das In- und Auslandsgeschäft erfuhr eine weitere wesentliche Schrumpfung. Erschwerend wirkten wiederum Konjunkturschwankungen und Währungsverluste.

Hauptsächliche Beteiligungen.

Ariadne Draht- und Kabelwerke AG., Berlin,
Ariadne Draht- und Kabelwerke AG., Wien,
W. & A. Naumann G. m. b. H., Berlin-Neukölln,
Fabbrica Conduttori Elettrici Isolati, Torino,
The Scott Insulated Wire Co. Ltd., London.

Zu III. Süddeutsche Telephonapparate, Kabel- und Drahtwerke AG.

Anmerkungen:

14 Zuzüglich 150 000 RM Reserven, die 1930/31 unter Kreditoren verbucht waren. Die Kreditoren (VI 3) sind entsprechend gekürzt.

Die Verschlechterung der allgemeinen Wirtschaftslage hat für das Unternehmen zu einem fühlbaren Umsatzrückgang und zu einem erheblichen Sinken der Verkaufspreise geführt. Der Konkurrenzkampf auf dem Röhrengebiet hat durch eine Verständigung mit den beteiligten Firmen einen befriedigenden Abschluß gefunden. Die Gesellschaft gehört zum Konzern der Felten & Guilleaume Carlswerk AG., Köln-Mülheim, in deren Händen sich das gesamte Aktienkapital befindet.

Zu IV. Deutsche Telephonwerke und Kabelindustrie AG.

Anmerkungen:

15 Einschließlich Schweizer Darlehen.

Das Geschäftsjahr ergab einen nicht unerheblichen Umsatzrückgang. Der durch die Geschäftsschrumpfung verstärkte Konkurrenzkampf führte bei fast allen Fabrikaten zu stark gedrückten Preisen. Im Telephonwerk waren die stärksten Umsatzausfälle im Reichspostgeschäft zu verzeichnen. Auf dem ursprünglichen Arbeitsgebiet der Firma, dem Bau von Fernsprechämtern, erreichten die Umsätze ihren tiefsten Stand seit den Kriegsjahren. Auch das Geschäft in Rohrpostanlagen und Gleichrichtern war unbefriedigend, der Absatz in Privattelephonanlagen dagegen etwas günstiger. Die Gesellschaft hat ihre Abteilung Hochfrequenztelephonie und -Fernmeßanlagen wegen ihres unbefriedigenden wirtschaftlichen Ergebnisses abgestoßen. Im Kabelwerk hielt sich der mengenmäßige Umsatzrückgang in erträglichen Grenzen. Auch im neuen Geschäftsjahr (bis März 1933) ist der fakturierte Umsatz unbefriedigend geblieben, dagegen hat sich der Eingang an Aufträgen in den letzten Monaten etwas gehoben. Die deutsche Reichspost hat durch Auftragserteilung gegen Kreditgewährung seitens der Ämter bauenden Firmen, zu denen auch die Gesellschaft gehört, dazu beigetragen, einen weiteren Beschäftigungsrückgang auf diesen Sondergebiete zu vermeiden. Die Firma ist u. a. an der Automatische Fernsprechanlagen Bau G. m. b. H. (Autofabag) beteiligt. *wt.*

Abschluß des Heftes: 28. Juli 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrokarren für Kommunalbetriebe.

Mitteilung der AEG.

Die Straßenreinigungsbetriebe und Tiefbauverwaltungen der Städte verwenden für ihre Zwecke seit längerer Zeit Elektrokarren, insbesondere für den Kehrichtsammel- und -abfuhrdienst, für die Kanalreinigung und Sinkkastenentleerung. Während zunächst Fahrzeuge mit einer Tragkraft von 1500 und 2000 kg vorwiegend Eingang fanden, geht in neuerer Zeit das Bestreben dahin, die zu befördernde Nutzlast zu erhöhen. Die AEG hat dieser Entwicklung Rechnung getragen und einen neuen Elektrokarren für 3000 kg Tragfähigkeit herausgebracht, dessen Aufbau aus Abb. 1 ersichtlich ist. Hierbei sind die 20jährigen Erfahrungen, die der AEG

Abb. 1. AEG-Elektrokarren für 3000 kg Tragkraft mit Zweiradlenkung, ohne Plattform und Aufbau.

im Bau von Elektrokarren zur Verfügung stehen, verwendet worden, und das Fahrzeug ist insbesondere für die Benutzung im Straßenverkehr gebaut. Spurweite und Radstand sind verhältnismäßig groß gewählt und geben zusammen mit der niedrigen Schwerpunktlage dem Elektrokarren eine gute Straßenlage. Die Lastenverteilung ist so gewählt, daß die Laufachse geringer belastet wird, um unter Beibehaltung der einfachen Hebellenkung eine leicht bedienbare Steuerung zu gewährleisten. Entsprechend der höheren Belastung an der Treibachse ist diese mit Doppelreifen versehen. In dem Bild ist der Karren mit hochelastischen Vollgummireifen ausgerüstet, wie er für Zwecke der öffentlichen Straßenreinigung noch zugelassen ist. Er kann jedoch auch mit Luftreifen versehen werden, wobei es sich empfiehlt, mit Rücksicht auf die höchst zulässige Belastung dieser Reifen die Nutzlast von 3000 kg auf 2750 kg herabzusetzen.

Die Batterie, unterhalb des Rahmens auf Gummirollen lagernd, ist seitlich herausziehbar. Diese der AEG geschützte Anordnung ermöglicht eine leichte Auswechslung der Batterie sowie ein einfaches Aufladen, da sie weit genug herausgezogen werden kann, um Batteriedeckel und Zellenstöpsel zu entfernen; die Aufbauten, wie Mulden, Kipper usw., brauchen somit nicht abgenommen zu werden und wirken auch nicht störend.

Das Fahrgestell aus zwei durchgehenden, aus Stahlblech gepreßten Trägern wird vorn durch den Schaltschrank mit Führerstand und hinten durch die Zugkupplung bzw. in diesem Falle durch einen hochklappbaren Auftritt für Begleitmannschaften abgeschlossen. Kräftige Querverbindungen sowie die beiden Batterieträger machen den Rahmen fast verwindungsfrei. Die Achsen sind durch lange und weiche Blattfedern mit dem Rahmen verbunden. Die dem Führerstand am nächsten liegende Laufachse hat Kraftwagen-Achsschenkellenkung mit großem Einschlag der Lenkräder, so daß das Wenden ohne umzusetzen auf 8 m breiten Straßen möglich ist. Jedes der Räder der Treibachse wird durch einen vollkommen geschlossenen Hauptstrommotor angetrieben. Die Motoren entsprechen der bekannten kräftigen AEG-Bauart und sind auf die Dauer von 5 min um 160 % überlastbar. Die ebenfalls ganz geschlossenen, im Ölbad laufenden Getriebe haben gehärtete Zahnräder und sind mit Wälzlagern ausgerüstet. Durch die Serienschaltung der Motoren wird eine Ausgleichwirkung (Differential) der Treibräder beim Kurvenfahren erzielt. Es sind zwei Bremsen vorhanden. Die Betätigung der Lenkung erfolgt durch den am Schaltschrank gelagerten und in senkrechter Ebene schwingenden Lenkarm mit Handgriff und Handschutz. Der Führerstand, als Tezett-Rost ausgebildet und etwas schräg nach oben ansteigend, gestattet dem Führer einen sicheren Stand.

In dem mit verschließbarer Tür und Rückenpolster versehenen Schaltschrank sind alle elektrischen Apparate in übersichtlicher Weise und leicht zugänglich untergebracht. Der Fahrschalter in besonders widerstandsfähiger Ausführung mit breiten Kontakt- und Schleifstücken hat je drei Fahrstellungen und eine Bremsstellung für Vor- und Rückwärtsfahrt. Der Fahrschalter ist durch ein Gestänge mit der Bremse gekuppelt, so daß bei Betätigung der Bremse die Stromzuführung selbsttätig unterbrochen wird. Um das Fahrzeug vor unbefugter Benutzung zu sichern, ist ein besonderer herausnehmbarer Steckkontakt vorgesehen. Eine elektrische Beleuchtungs- und Signaleinrichtung nach den gesetzlichen Vorschriften ist vorhanden. Die Schmierung aller Lagerstellen erfolgt durch ein Preßschmiersystem (Lubschmierung), welche die geringste Bedienungszeit erfordert.

Als Batterien kommen vorzugsweise Akkumulatoren der Gitterplatten- oder Panzerplatten-Bauart mit einem Fassungsvermögen bis zu 250 Ah bei fünfstündiger Entladung zur Verwendung.

Das Fahrzeug entwickelt in der Ebene eine Geschwindigkeit von etwa 15 km/h bei Leerfahrt und etwa 12 km/h bei Lastfahrt. Der Fahrbereich mit vorgenannter Batterie beträgt etwa 50 km.

Das in Abb. 2 gezeigte Fahrzeug hat einen Kran für das Herausnehmen der Sinkkästen sowie eine mit Deckel verschließbare Mulde, die für die Entleerung durch den

Abb. 2. AEG-Elektrokarren für 3000 kg mit Kran und Mulde für die Sinkkastenentleerung und Verwendung im Kanalreinigungsbetriebe.

Kran nach hinten gekippt werden kann. Für die Sinkkastenentleerung ist es auch möglich, den Elektrokarren mit einer Mammut-Baggeranlage auszurüsten. Diese besteht aus einem Schlammsaugegerät, einem Schlammkessel und dem Saugschlauch. Nach Einführen des Saugschlauches in den Sinkkasten wird der Schlammkessel durch entsprechendes Einstellen des Steuerhahnes mit der Saugseite des Kompressors verbunden und gefüllt. Ist der Schlamm besonders fest, so daß ein Ansaugen erschwert wird, so kann er durch Rückblasen der Preßluft durch den Saugschlauch aufgelockert und im Bedarfsfalle auch durch Spülwasser verdünnt werden.

Zur besseren Ausnutzung kann es sich empfehlen, die Anlage zu unterteilen und auf dem Elektrokarren und einem Anhängewagen unterzubringen.

Digitized by Google

Elektrizitätswirtschaftler

Dr.-Ing., Dipl.-Ing., 48 J., 4 J. Front-Offiz., viels. Praxis in Großbetrieben, seit Jahren als Obering. bei großer Elektr.-Ges. in Industriegebiet besch. in Verwaltg., Tarifwesen, Vertragsabschl., Verhandlgen. bis zu größten Abnehm., Verf. wissensch. Arb., große zuverl. Arbeitskraft mit mod. Wirtsch.-Auffassg., sucht sich in selbst. Posten mit gr. Wirkungskreis zu verändern. Zuschr. unter **E. 3525** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

KONTROLLEITER

für bedeutendes Meßinstrumenten- und Apparatebau-Unternehmen (Massenfabrikation) **gesucht.** Es kommt nur eine Kraft in Frage, die hinreichend Praxis besitzt, um eine zuverlässige Qualitätskontrolle durchzuführen und die in der Lage ist, etwa vorhandene Mängel genau festzustellen und für deren Beseitigung zu sorgen. Erfahrungen in austauschbarer Massenfertigung erforderlich. Der Bewerber muß eine Führernatur sein und Eignung zur Vertretung des Betriebsleiters haben.
Zuschriften mit Gehaltsansprüchen, Zeugnisabschriften, Lebenslauf, Lichtbild, Eintrittstermin unter **E. 3526** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Elektr.-Ing. (Köthen Abs. „Gut") sucht sich z. 1. X. od. spät. z. veränd. Ges. wird Stell. a. Betriebsl. o. verantw. Betriebs-Ing. in E. W., Überl.-Zentr., Groß-Druck., Krankenh. od. Brauerei. Gr. energ. Ersch. m. 8 j. prakt. Montagetätgkt. u. 1 j. Lab.-Assistent. z. Z. Lt. ein. Betriebst. v. Überl.-Z. Führersch. 1 u. 3. Evtl. Kaut. k. gest. werden. Angeb. **W. Polley, Freiburg i./Br., Zähringer Str. 41.** [3523]

Elektro-Ing.

Absolv. ein. techn. höh. Lehranst., Starkstromtechn., 26 J., 5jähr. Tätigkeit bei Weltfirma i. In- u. Ausland für Kabelbau sucht Stellung gleich welcher Art. Angebote unter **E. 3534** a. die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Elektroofenfirma sucht jüngeren

Montage-Ingenieur

Nur kurze, handschriftliche Bewerbung ohne Zeugnisse, aber mit Lichtbild und Angaben über besondere Fähigkeiten und bisherige Tätigkeit unter **E. 3532** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Gesucht zur baldigen Lieferung:

1 Drehstrom-Asynchronmotor

mit Anlaßvorrichtung.
Leistung: 150—200 kW,
Spannung: 3000 V.
Drehzahl: 1450 U/m.

Angebote mit Angabe des Herstellers, des Baujahres, des Gebrauchszustandes unter Beifügung einer Maßskizze an [3519]

Dr. A. Wacker
Gesellschaft für elektrochemische Industrie
München, Prinzregentenstr. 20.

Fernmelde-Techniker

Montage- u. Betriebsleiter, Projekteur, Kundendienst bes. Behörd., bish. Tätigk. nur erste Firmen, Fernsprechamtsbau, Berg- u. Hüttenwesen, Kabelanlag., z. Z. Aushilfsstellung, sucht festen Wirkungskreis. Ref., Zeugn. Ang. u. **E. 3521** a. d. A.-A. d. ETZ, Bln. W 9, erbeten.

Größeres Elektrizitätswerk im Westf. Industriegebiet sucht einen absolut selbständig arbeitenden, bilanzsich.

Prokuristen

als Vorsteher der kaufmännischen Abteilung. Verlangt werden außerdem eingehend. Kenntnisse d. Verrechnungs- und Tarifwesens. Es können nur Herren Berücksichtigung finden, die schon in ähnlichen leitenden Stellungen tätig waren. Angebote unter Beifügung eines Lichtbildes, Zeugnisabschriften u. Gehaltsansprüche erbeten unter **E. 3530** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Vertreter

für **Elektro-Herde**, die bei E W und Installateuren bestens eingeführt sind, für **Schlesien, Pommern, Mecklenburg, Ostpreußen, Brandenburg, Sachsen u. Westdeutschland** gesucht. Angebote u. **E. 3528** a. d. Anz.-Abt. der E T Z, Berlin W 9.

Ingenieurschule Ilmenau i. Th.

Maschinenbau u. Elektrotechnik. Auto- u. Flugzeugbau.
Radiotechnik. Werkmeisterabteilung.
Flugbetrieb im Fliegerlager

Gebrauchter, betriebstüchtiger Drehstrom-Öl-Transformator, Fabrikat AEG, Leistung 1000 kVA, Uebersetzungsverhältnis 44 000/42 700/41 400/6100 Volt umständehalber besonders günstig abzugeben. [3533]
Gefl. Anfrage erbeten **Elektrizitäts-Lieferungs-Gesellschaft, Berlin, Abt. Elektrizitätswerk, Rostock.**

Kunstharz-Preßwerke

Suchen Sie einen tücht. jg. Fachmann mit gr. Erfahrung auf dem Warm- u. Kaltpreß-Gebiet, firm in allen Isolationspreßmassen, sowie in Zementschiefer (Zementasbest) wie auch in der Zusammensetzung. Matritzen, Heizkörper. Vertraut in allen Fragen dieser Branche, denn er sucht neuen Wirkungskreis im In- oder Auslande. Angebote unt. **E. 3520** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Altanges. Berliner **Fabrik isolierter Präzisionsdrähte** sucht einen i. dies. Spezial-Branche nachweisl. erfahr. Herrn als

Verkäufer und Korrespondent

auf Gehalt u. Prov. Alter nicht über 30 J. Bewerb. erb. u. **E. 3522** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Bekannte

Berliner Firma, kapitalkräftig, sucht Erfindung auf d. Gebiete „Elektro-Apparatebau" gegen Umsatzbeteiligung. Ausführl. Ang. unt. **E. 3529** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Aus einer **Netzumschaltung** sind folgende **Glühlampen** für 125 Volt Netzspannung abzugeben:

50 Stück zu 75 Watt,
31 Stück zu 100 Watt,
7 Stück zu 750 Watt,
und 85 Stück zu 1500 Watt.

Angebote an die **Städt. Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerke Essen,** Theaterplatz 8.

1 Trockenprüfapparat

für gummisolierte Leitungen, gebraucht aber gut erhalten, zu kaufen gesucht. — Zuschriften unt. **E. 3524** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Einanker-Drehstrom-Gleichstrom-Umformer ca. 10 kW, sek. Gleichstrom 220 Volt, gebr., zu kaufen gesucht. Preisangeb. u. **E. 3531** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Mancher war schon froh

erst eine „Kleine Anzeige" aufgegeben zu haben, ehe er zu anderen kostspieligen Maßnahmen griff. Der Erfolg der „Kleinen Anzeigen" steht meist im umgekehrten Verhältnis zu ihrer Größe und ihrem billigen Preis. Darum sollten auch Sie sich in allen vorkommenden Fällen der „Kleinen Anzeigen" in der ETZ bedienen.

Für den Vertrieb von Hartpapier, Hartleinen u. Kunstharzplatten für technische Zwecke, Innendekoration, Möbelindustrie, Fahrzeugauskleidung suchen wir einen

gewandten Herrn

der über Erfahrungen auf diesem Gebiet verfügt. — Angebote mit Bild unter Angabe der Gehaltsansprüche unter **E. 3518** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbeten.

Existenz für Elektro-Fachmann

Eingeführtes Fabrikationsgeschäft für Schwachstrom-Spezialartikel und Bakelitpresserei in Mitteldeutschland zu verkaufen. Uebernahmekapital 5000 RM. Offerten unter **E. 3527** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang | Berlin, 10. August 1933 | Heft 32

Untersuchungen an einem Elektrokessel für die Heizung eines Reservekraftwerkes.

Von G. Maas, Nürnberg.

Übersicht. Es werden die wirtschaftlichen Gesichtspunkte für die Anwendung eines Elektrodendampfkessels, die betrieblichen Vorbedingungen und der konstruktive Aufbau einer solchen Anlage beschrieben. Der Aufsatz behandelt ferner die wichtigsten Speisewasserfragen, die erzielten Ausnutzungszahlen der aufgewendeten Energie und andere Versuchsergebnisse zur Beurteilung der Anwendungsmöglichkeiten des Elektrodendampfkessels.

Mit dem fortschreitenden Ausbau der Wasserkräfte gelangten an vielen Stellen Elektrokessel zur Aufstellung, um sonst ungenutzt zu Tal fließende Wassermengen einer Verwertung zuzuführen. Besonders seitdem der Stromabsatz unter dem Einfluß der Wirtschaftsentwicklung der letzten Jahre zurückging, fanden die Elektrokessel eine um so höhere Beachtung, als sie im Verhältnis zur Leistung geringe Anschaffungskosten verursachen und deshalb schnell amortisiert werden können. In erster Linie waren Zellstoff-, Papier- und Textilfabriken, ferner auch Betriebe der chemischen und der Lebensmittel-Industrie dazu übergegangen, ihren Heizdampf ganz oder teilweise in Elektrokesseln zu erzeugen. Auch zur Gebäudeheizung wurden Elektrokessel in beachtenswertem Maße herangezogen, wobei größere Baulichkeiten in erster Linie in Frage kamen und vielfach der Weg der Speicherung von Nachtenergie beschritten wurde. Selbst die Beheizung von offenen Schwimmbädern wurde in den Alpenländern schon mehrfach mittels Elektrokessels durchgeführt[1]. Die größte Verbreitung haben die Elektrokessel in Kanada gefunden, dessen reiche Wasserkräfte in so starkem Maße ausgebaut wurden, daß Elektrodampfkessel-Anlagen für insgesamt 1,1 Mill kW errichtet werden konnten[2].

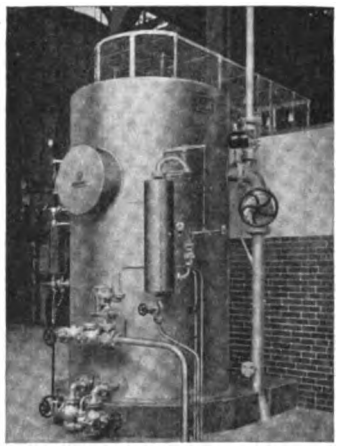


Abb. 1. Elektrodendampfkessel im Großkraftwerk Franken, 3000 kW, 5000 V, 8 atü.

Eine bemerkenswerte Anwendung fand ein Elektrodampfkessel von 3000 kW Höchstleistung und 5000 V Betriebspannung (Abb. 1) im Werke Gebersdorf der Großkraftwerk Franken AG., Nürnberg, das zur Versorgung des Mittelfränkischen Industrie- und Landbezirkes dient. Die Großkraftwerk Franken AG. ist zur Zeit in der Lage, ihren Strombedarf im wesentlichen aus eigenen Wasserkraftwerken zu decken, so daß das Dampfkraftwerk Gebersdorf nur als Verteilungsstelle und Reserveanlage dient. Um im Bedarfsfalle schnell mit der eigenen Stromlieferung einsetzen zu können, muß Anwärmedampf zur Verfügung stehen, und auch die Betriebsräume müssen so weit warm gehalten sein, daß alle Hilfsmaschinen sofort in Gang gebracht werden können. Die Untersuchung der Betriebsverhältnisse ergab, daß das Unterfeuerhalten eines der Großraumkessel höhere laufende Kosten verursacht hätte als die Lieferung des erforderlichen Heizdampfes durch einen Elektrokessel, der zudem die vorhandenen Wasserkraftanlagen einer besseren Ausnutzung zuführen konnte. Auch die einfachere Bedienung sprach zugunsten des Elektrokessels.

Wie die Anordnung des Kessels und Zubehörs sowie der Rohrleitungen erfolgte, zeigt Abb. 2. Der Kessel liefert Sattdampf von 7,5 atü. Zur Speisung des Kessels wird in erster Linie das Kondensat des Heizdampfes mit einem schwachen Rohwasserzusatz verwendet. Er kann aber auch vorübergehend mit einem beliebigen Gemisch aus Kondensat und Rohwasser oder nur mit Flußwasser allein betrieben werden, dessen Gesamthärte von etwa 11 ° d. H. zu 70 % aus vorübergehender und 30 % aus bleibender Härte besteht. Im letzteren Falle ist natürlich mit einer stärkeren Ausscheidung von Kesselsteinbildnern zu rechnen.

Kesselausführung.

Bei der Errichtung der Anlage[3] wurde der größte Wert darauf gelegt, einen Kessel zu erhalten, der mit möglichst geringen Betriebsverlusten arbeitet und die geringsten Störungsmöglichkeiten in sich schließt. Es wurde aus diesen Gründen ein Kesselsystem gewählt, das mit einer bei allen Belastungen praktisch gleichbleibenden Wasserkonzentration im Kessel arbeitet (Abb. 3). Das in den Kessel eingespeiste Wasser wird so weit eingedampft, daß der Salzgehalt eine Grenze nicht übersteigt, die einem Wasserwiderstand von 500 ··· 700 Ω · cm entspricht. Bei dieser Betriebsweise bleibt der Anteil der Verluste durch das Abschlämmen auch bei teilweiser Belastung annähernd gleich.

Die Änderung der Leistungsaufnahme wird durch Heben und Senken des Wasserstandes bewirkt. Die spezifische Strombelastung der Elektrodenoberfläche bleibt bei allen Belastungen nahezu gleich, was für die Lebensdauer der Elektroden wichtig ist, weil sie bei Dauerüberlastung einem gewissen Verschleiß unterliegen würden. Die Strombelastung wird noch dadurch besonders niedrig gehalten, daß die Elektroden von sektorförmigen Porzellankörpern umgeben sind, zwischen denen nur verhältnismäßig schmale senkrechte Schlitze frei bleiben, deren Querschnittsumme erheblich kleiner ist als die zu diesen Strombahnen gehörende Elektroden-Oberfläche. Die Dampfbildung vollzieht sich hauptsächlich in diesen Schlitzen, die Elektroden-Oberflächen sind dagegen an der Dampfbildung nur wenig beteiligt. Es ist ein beachtenswerter Vorzug dieser Bauart, daß die Elektroden nicht von Dampfblasen, sondern im wesentlichen immer von Wasser umgeben sind. Dadurch wird vermieden, daß es an der Elektroden-Oberfläche zu Unterbrechungen des Stromüberganges kommen kann, die mit Lichtbogenbildungen verbunden wären. Die sektorförmigen Porzellankörper sind aus waagerechten Platten aufgebaut; sie werden dadurch unempfindlich gegen Temperaturunterschiede im Wasser, die sich beispielsweise beim Anheizen des Kessels ausbilden können. Damit die Schlitze durch die aufsteigenden Dampfblasen nicht ganz ausgefüllt werden, sind die oberen Platten nach außen versetzt, so daß die Schlitzbreite nach oben hin zunimmt.

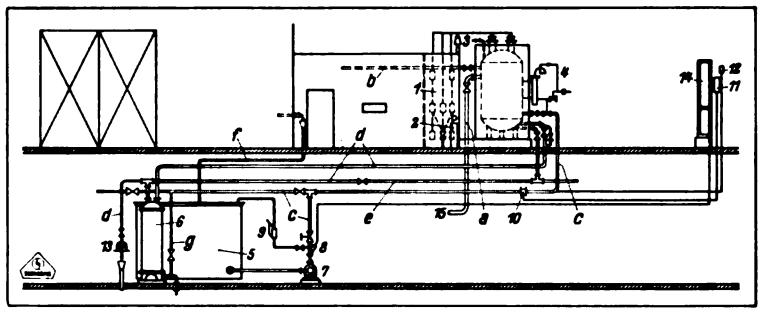
Auch unterhalb der Elektroden sind Porzellankörper zur Abschirmung eingebaut. Dadurch wird nicht nur vermieden, daß die Stromdichte am unteren Rand der Elek-

[1] ETZ 1932, S. 133. Siemens-Z. Bd. 11, S. 528 (1931).
[2] Engineer 1932, S. 522.

[3] Der Elektrokessel und die sonstigen elektrischen Einrichtungen wurden von den Siemens-Schuckertwerken geliefert, die Armaturen, Rohrleitungen usw. vom Kraftwerk selbst zusammengebaut.

Digitized by Google

trode hohe Werte annehmen kann, sondern es wird der Regelbereich für die Leistungsaufnahme des Kessels nach unten erweitert. Der Wasserspiegel darf nur so weit abgesenkt werden, daß ein Austauchen der Elektrode mit Sicherheit vermieden wird, weil damit die Bildung von Lichtbogen verbunden wäre, die zu einem starken Verschleiß der Elektroden, zu Rundfunkstörungen usw. Veranlassung geben könnten. Die Elektrode soll deshalb auch beim tiefsten Wasserstand noch einige Zentimeter in das Wasser eintauchen. Bei den üblichen Wasserkonzentrationen nimmt hierbei der Kessel etwa 15 % der Höchstleistung auf. Durch eine verstärkte Abschlämmung, also eine schwächere Eindampfung des Wassers, kann aber diese Regelgrenze noch weiter herabgesetzt werden, wenn genügend reines Speisewasser zur Verfügung steht.



a Heizdampfleitung
b Sicherheitsventil-Ablaseleitung
c Speiseleitung
d Abschlämmleitung
e Ablaßleitung
f Rohwasserzusatz-Leitung
g Umwälzleitung

1 Schaltzelle
2 Schaltkasten
3 Entlüftung
4 Speiseregler
5 Speisewasserbehälter
6 Vorwärmer
7 Speisepumpe
8 Widerstandsthermometer
9 Durchlaufgeber für Widerstandsmessung
10 Venturidüse für Speisewasser-Mengenmessung
11 Speisewassermesser-Anzeiger
12 Speisepumpendruck-Manometer
13 Kippwassermesser für Abschlammwasser
14 Instrumenten-Meßschrank

Abb. 2. Rohrleitungsplan und Meßstellen.

Abschlämmverluste.

Die Höhe der in Elektrodenkesseln erzielbaren Energieausnutzung ist in erheblichem Maße von der Zusammensetzung des Speisewassers abhängig. Zur Begrenzung der Salzkonzentration im Kessel muß bei Speisewasser mit höherem Salzgehalt stärker abgeschlämmt werden als bei Speisewasser mit geringem Salzgehalt[4]. Wie groß die abzuschlämmenden Wassermengen und damit die Wärmeausnutzung bei verschieden starker Eindampfung werden, läßt Abb. 4 erkennen.

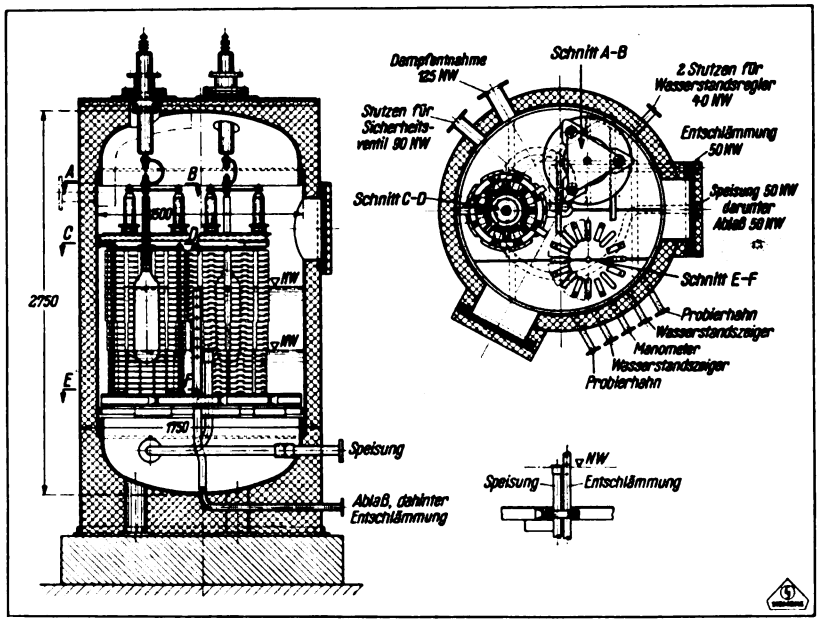


Abb. 3. Schnittbild des Elektrodenkessels.

Die Höhe der Wärmeverluste, die durch das Abschlämmen sich ergeben, ist auch vom Druck abhängig, mit dem der Kessel arbeitet. Je höher der Druck ist, um so höher ist die Eigenwärme der abgelassenen Lauge. Außerdem ist zu beachten, daß die Leitfähigkeit des Rohwassers bei höherer Temperatur größer ist, während die Leitfähigkeit des eingedampften Wassers im Kessel, im Hinblick auf die zulässige Stromdichte, unabhängig von der Temperatur einen bestimmten Wert nicht übersteigen darf. Beim Entwurf des Kessels hat man bei der Festlegung dieses Wertes einen gewissen Spielraum. Durch Verstellung der Verdrängerkörper läßt sich auch bei einem vorhandenen Kessel das Maß der zulässigen Eindampfung des Wassers verändern. Es ist zu beachten, daß eine wesentlich stärkere Eindampfung des Wassers zwar die Möglichkeit gibt, die Leistungsaufnahme zu erhöhen bzw. die Kesselabmessungen von vornherein kleiner zu halten, daß dadurch aber der Verschleiß der Kesseleinbauten merklich vergrößert und ihre Lebensdauer vermindert wird. Außerdem wird bald die Grenze erreicht, bei der der Spannungsabfall je cm Wasserweg so groß wird, daß ein Durchschlagen des Wassers erfolgen kann und ein ruhiger, sicherer Kesselbetrieb unmöglich wird.

Es ist natürlich ohne weiteres möglich, die Eigenwärme des Abschlämmwassers zur Vorwärmung des Speisewassers weitgehend auszunutzen und damit die Wärmeverluste ganz erheblich zu verkleinern. Bei dem Elektrokessel der Großkraftwerk Franken AG. wird das Abschlämmwasser durch einen Gegenstrom-Vorwärmer geleitet, der in den Speisewasser-Kreislauf einbezogen ist. Das gewöhnlich zur Speisung verwendete Gemisch von Kondensat und Flußwasser hat bei der Zuflußtemperatur von 60 ° C einen Widerstand von rd. 7000 Ω · cm, das Kondenswasser allein bei der gleichen Temperatur einen Widerstand von rd. 17 000 Ω · cm. Für die Betriebstemperatur von 172 ° ergibt sich rechnerisch für das Gemisch ein Wasserwiderstand von 4000 Ω · cm. Die tatsächlichen Widerstandswerte sind aber erheblich größer, weil sich ein großer Teil der Salze bei der Erhitzung des Wassers im Kessel ausscheidet.

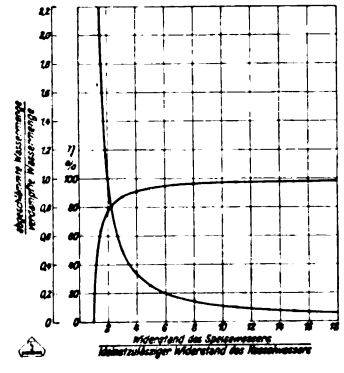


Abb. 4. Speisewassermenge und Wärmeausnutzung bei Elektrodendampfkesseln in Abhängigkeit vom zulässigen Eindampfgrad.

Ausrüstung des Kessels.

Zur Regelung der Leistungsaufnahme ist der Kessel mit einem selbsttätigen Wasserstandsregler, Bauart Hannemann, versehen, bei dem durch Verschiebung eines Gegengewichts ein Schwimmerkörper auf eine bestimmte Höhenlage zum Einspielen gebracht wird. Bei Erreichen des gewünschten Wasserstandes wird durch eine Hebelübertragung vom Schwimmkörper aus ein Steuerschieber in einer Druckwasserleitung betätigt, der eine Drosselung

[4] Vgl. hierzu u. a. Elekemeyer, Z. VDI Bd. 76, S. 407 (1932) sowie Rziha-Seidener, Starkstromtechnik Bd. 1, S. 1002 (Berlin 1930).

Digitized by Google

des Speiseventils herbeiführt. Die Regelung arbeitet bei gleichmäßiger Dampfentnahme so genau, daß keinerlei Leistungschwankungen auftreten. Der Wasserstandzeiger trägt eine Kilowattskala. Ein Abweichen der von den Meßinstrumenten angezeigten Leistungsaufnahme von dem dieser Skala entsprechenden und für einen bestimmten Wasserwiderstand errechneten Wert läßt erkennen, daß die Wasserkonzentration im Kessel vom Sollwert abweicht und daß daher die Abschlämmung entweder zu verstärken oder zu drosseln ist. Die sonstigen Armaturen gehen aus Abb. 1 und 2 hervor.

Der Kessel ist über einen Expansionsschalter der Reihe 10 und über einen Transformator 20 000/5000 V an die Sammelschienen der Verteilungsanlage im Kraftwerk angeschlossen. Das Kesselgehäuse, das den Sternpunkt der Sekundärseite des Transformators bildet, ist gut geerdet. Störende Einflüsse irgendwelcher Art haben sich hieraus nicht ergeben. Eine Beeinträchtigung des Fernsprechverkehrs oder des Rundfunkempfanges war von vornherein nicht zu erwarten, weil gleichartige Kesselanlagen sogar unmittelbar in Rundfunk-Sendeanlagen eingebaut sind, ohne daß sich eine störende Beeinflussung bemerkbar machte.

Durchführung der Messungen und Betriebsergebnisse.

Nach mehrmonatigem Probebetrieb der Anlage, der ohne irgendwelche Nacharbeiten verlief, wurde eine Reihe teils kurzzeitiger, teils mehrtägiger Leistungsversuche von unabhängigen Sachverständigen durchgeführt. Um alle Verlustquellen genau zu erfassen, wurden die Messungen mit größter Sorgfalt vorgenommen. Die Meßgeräte der Kesselausrüstung wurden überprüft und nachgeeicht. Zum Teil wurden besondere Meßeinrichtungen eingebaut, z. B. für die Leistungsaufnahme des Kessels. Zur Bestimmung der eingespeisten und abgeschlämmten Wassermengen dienten Meßgefäße, deren Inhalt auf Dezimalwaagen genau gewogen wurde. Die Menge des verdampften Wassers ergab sich aus der Differenz zwischen den eingespeisten und den abgeschlämmten Wassermengen. Die Temperaturen des Speisewassers, des Abschlämmwassers und des abgegebenen Dampfes wurden mit geeichten Glasthermometern gemessen, die dicht am Kessel in die betreffenden Leitungen eingebaut wurden. Die Wärmeverluste des Kessels und der Armaturen konnten nicht unmittelbar gemessen werden, sie wurden den aus der Wärmebilanz sich ergebenden Restverlusten gleichgesetzt.

Zur Bestimmung des Wärmeinhalts des Dampfes war eine genaue Feststellung der Dampffeuchtigkeit erforderlich. Dazu diente ein Drosselkalorimeter von Schäffer & Budenberg. Es ergab sich, daß die Dampffeuchtigkeit nur 1,2 % erreichte, bei verschiedenen Messungen zeigte sie sich noch geringer.

Die Untersuchungen wurden auch darauf ausgedehnt, in welchem Umfange das Kesselwasser infolge des Stromdurchganges elektrolytisch zersetzt wird. Zu diesem Zwecke wurde der im Elektrodenkessel erzeugte Dampf in einem mehrere Kubikmeter fassenden Gefäß niedergeschlagen. Die im Dampf enthaltenen Gase, vor allem Luft, sammelten sich im Gefäß über dem niedergeschlagenen Wasser an. Der Gehalt dieser Gase an Wasserstoff war so gering, daß er sich nicht mehr einwandfrei bestimmen ließ, er lag unterhalb der Fehlergenze der Meßanlage. Die erzeugte Knallgasmenge war jedenfalls so gering, daß es zum Auftreten von brennbaren Gasen im Dampfnetz auch unter ungünstigen Umständen nicht kommen kann.

Zahlentafel 1. Versuchsergebnisse.

		III	IV	V
Versuchsnummer		III	IV	V
Datum		15. II. bis 17. II. 33	17. II. bis 19. II. 33	19. II. bis 21. II. 33
Belastung		Vollast	Vollast	Halblast
Versuchsdauer	h	40	48	48
Speisewasser		Kondensat	Gemisch von 10 % Rohwasser u. 90 % Kondensat	
1. eingespeiste Wassermenge	kg	145 489	177 994,5	88 655,5
2. mittlere Temperatur des Speisewassers (beim Eintritt in den Kessel)	°C	74,6	67,1	60,4
3. mittlere Temperatur des Speisewassers an der Meßstelle für 4.	°C	72	66,4	60,3
4. mittlerer Widerstand des Speisewassers	Ωcm	16 360	7 180	7 900
5. abgeschlämmte Wassermenge	kg	820,6	6 395,35	1 861,7
6. mittlere Temperatur des Abschlämmwassers	°C	112	132	122
7. Wärmeaufnahme des Abschlämmwassers	kcal	30 960	412 500	114 681
8. entnommene Dampfmenge (feuchter Dampf)	kg	144 668,4	171 599,15	86 793,8
9. Dampftemperatur	°C	171	171,4	171,6
10. Dampfdruck	atü	7,3	7,35	7,4
11. Dampffeuchtigkeit	%	1,2	1,2	1,2
12. Erzeugungswärme des feuchten Dampfes	kcal	84 260 235	101 194 753	51 784 210
13. Spannung (mittlere)	V	5 034	4 956,5	5 005
14. Energieaufnahme	kWh	98 759	119 298,6	60 400
15. Energieaufnahme	kcal	84 932 740	102 596 796	51 944 000
16. Erzeugungswärme des feuchten Dampfes in % der Energieaufnahme (Wirkungsgrad des Kessels)	%	99,20	98,63	99,69
17. Dampferzeugung	kg/kWh	1,48	1,44	1,44
18. Verluste durch Abschlämmen	kcal	30 690	412 500	114 681
19. Verluste durch Abschlämmen	%	0,04	0,40	0,22
20. Verluste durch Abkühlung (Rest)	kcal	641 815	991 543	45 109
21. Verluste durch Abkühlung (Rest)	%	0,76	0,97	0,09

Über die nach Abschluß der kurzzeitigen Versuche vorgenommenen Dauerversuche gibt die Zahlentafel 1 genaue Auskunft. Beim Versuch III wurde nur mit reinem Kondensat gespeist, bei den Versuchen IV und V mit einem Gemisch von 90 % Kondenswasser und 10 % Rohwasser. Der Versuch V wurde angenähert mit Halblast gefahren, dabei wurde die Abschlämmung so weit eingeschränkt, daß sich noch eine schwache Leistungszunahme während des Versuches ergab. Dies hatte einen fühlbaren Einfluß auf die Höhe des Wirkungsgrades, der die bei den Vollastversuchen gemessenen Wirkungsgrade überstieg. Die Versuche haben ergeben, daß eine sehr hohe Ausnutzung der aufgewandten Energiemengen erzielt wurde. Die gewährleisteten Wirkungsgrade wurden durchweg überschritten.

Im Hinblick auf die besondere Sorgfalt, mit der die Versuche durchgeführt wurden, dürften sie allgemein zur Klärung der Verwendungsmöglichkeit von Elektrodendampfkesseln beitragen. Wenn Speisewasser von nicht zu hoher bleibender Härte zur Verfügung steht, kann mit einer außerordentlich guten Ausnutzung der elektrischen Energie in Elektrodendampfkesseln gerechnet werden.

Die Aufgaben des heutigen Transformatorenbaues*.

Von **J. Biermanns**, Berlin.

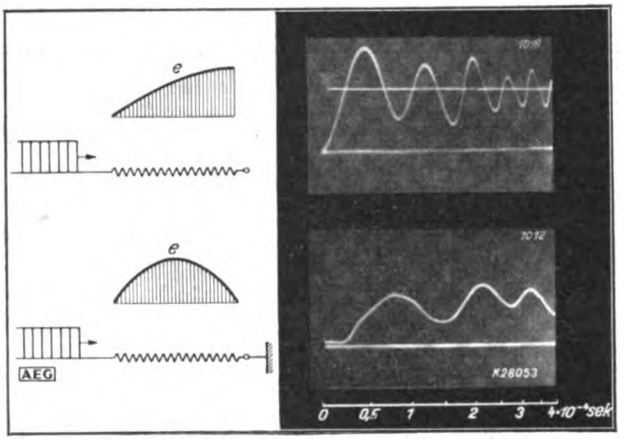
(*Schluß von S. 721.*)

Der hohe Sicherheitsgrad, den die Transformatorenisolation erreicht hat, macht eine Anzahl äußerer Schutzmaßnahmen überflüssig, auf welche man früher einigen Wert legte. Der Vorstufenschalter ist bei der vergleichsweise geringen Höhe von Schaltüberspannungen und bei der Bedeutungslosigkeit der Einschaltstromstöße für den neuzeitlichen Verbundbetrieb als Transformatorenschutz vollkommen entbehrlich geworden. Ebenso sind Schutzdrosselspulen, die heute wohl einheitlich nur in widerstandsüberbrückter Ausführung als zulässig angesehen werden, in ihrer Wirkung auf die Vorgänge in der Transformatorwicklung um so mehr überschätzt worden, als sie die zahlreichen atmosphärischen Überspannungen mit an sich mäßiger Stirnsteilheit gar nicht beeinflussen und die eigentlich maßgebende Höhe der Überspannung nicht herabzusetzen vermögen. Eine tatsächliche Schutzwirkung entfalten nur Überspannungsableiter mit spannungbegrenzender Wirkung, die man zum Schutze der Apparateausrüstung der Werke ohnehin vorzusehen pflegt. Der Transformator ist kein schwacher Punkt des Werkes und verlangt keine besonderen Vorkehrungen. Anderseits hat er wie die übrige Werksisolation Anspruch darauf, nicht durch Über-

* Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 31. I. 1933. Eine Besprechung hat nicht stattgefunden.

Digitized by Google

isolation der Leitungstrecken allzu häufigen Überspannungen von unverhältnismäßig hohem Betrage ausgesetzt zu werden. Die Bestrebungen nach einer Abstimmung der Isolation von Strecke und Werk bzw. Transformator, die in Amerika und England zur konkreten Forderung einer Angleichung auf rd. 1 km Leitungslänge vor dem Werk geführt haben, sind insbesondere in solchen Fällen von Bedeutung, wo man im Hinblick auf den späteren Übergang zu höherer Betriebspannung die Leitungsisolation von vornherein erheblich zu hoch bemißt. Es sei nochmals erwähnt, daß an Transformatoren mit ungeerdetem Sternpunkt die höchste Isolationsbeanspruchung bei indirekten Gewitterüberspannungen am Sternpunkt auftritt (Abb. 10), so daß die Isolation hier nicht niedriger als für die verkettete Betriebspannung bemessen sein darf. In Kopfstationen, wo die Nullpunktschwingung den vierfachen Wert der einfallenden Welle erreichen kann, hilft man sich gegen die meist harmlosen Nullpunktüberschläge erfolgreich durch Überspannungsableiter am Nullpunkt, die in Anbetracht der geringen Energiebeträge der Transformatorschwingungen selbst bei bescheidenem Ableitungsvermögen sehr wirksam werden. Ein Durchgreifen ihrer Wirkung zu den Sammelschienen, also ein Schutz der Station vom Transformatornullpunkt aus ist natürlich unmöglich. Die Überbrückung von Zusatztransformatoren durch Überspannungsableiter hat sich allgemein eingebürgert.



oben: Nullpunkt isoliert, Meßstelle am Nullpunkt
unten: Nullpunkt geerdet, Meßstelle in Wicklungsmitte

Abb. 10. Grundschwingungen einer 20 kV-Transformatorwicklung.

Es ist kein Zufall, daß der konzentrische Wicklungsaufbau sich mehr und mehr durchgesetzt hat. Er bietet bezüglich der Isolationssicherheit besonders bei hohen Spannungen große Vorteile wegen des gleichmäßigen Feldes zwischen den zylindrischen Wicklungen. Eine besonders einfache Anordnung ist die Röhrenwicklung, bei der jede Spule einen Zylinder von etwa 1 cm Wandstärke bildet. Die flachen Leiter werden hochkant gewickelt, entweder einzeln in Form einer Schraubenlinie oder als mehrere parallele Leiter. Es muß beachtet werden, daß die Abstützung der Röhrenwicklungen mit Rücksicht auf ihre Kurzschlußfestigkeit wegen der schmalen Auflagefläche sehr schwierig ist. Für höhere Spannungen werden hintereinander geschaltete scheibenförmig gewickelte Einzelspulen mit Erfolg angewendet. Diese sind meistens eindrähtige Spulen, bei denen die Windungen flach in radialer Richtung übereinander gewickelt werden.

Da sich dieser Spulenaufbau sehr gut bewährt hat, so war es wünschenswert, auch für die niedrigen Spannungen an Stelle der Röhrenwicklung einen ähnlichen Aufbau anzuwenden. Zur Beherrschung dieser Aufgabe verwendet die AEG die sogenannte „Wendelwicklung" (Abb. 11). Sie besteht ebenfalls aus Scheibenspulen, deren radial übereinander liegende Leiter parallel geschaltet werden. Zur Erzielung gleicher Stromverteilung werden die Leiter in einfacher Weise verdrillt.

Eine außerordentliche Bedeutung hat die sowohl in isolationstechnischer Beziehung als auch für die Einfachheit der Montage bedeutungsvolle „gestürzte" Wicklung (Abb. 12) angenommen, eine kontinuierlich unter Vermeidung aller Lötstellen aus scheibenförmigen Einzelspulen aufgebaute Zylinderwicklung. Die Leiter werden in allen Einzelspulen zunächst von innen nach außen übereinandergewickelt; jede zweite Spulenscheibe wird dann so gestürzt, daß die Windungen im Wicklungsinn außen beginnend radial nach innen aufeinander folgen.

Die Drahtisolation bestand früher aus Papier und Baumwolle; sie besteht heute aus Papier allein. Bei gleichem Isolationsauftrag sind die Papierdrähte elektrisch besser und billiger als Drähte mit Papier und Baumwolle. Güte und Haltbarkeit der mit Papier besponnenen Wicklung selbst sind heute von der Praxis vollauf bestätigt.

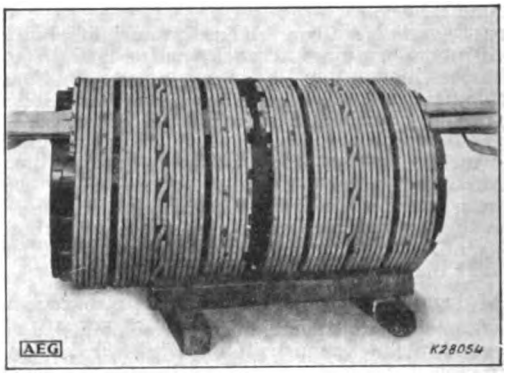


Abb. 11. Spule mit Wendelwicklung für einen 35 000 kVA-Transformator.

Die elektrisch beste Isolation ist die richtig getrocknete Papierisolation, gasfrei durchtränkt mit Öl höchster Festigkeit. Die besten Tränkverfahren erreichen unter sonst gleichen Verhältnissen die hierbei erzielten Werte der Durchschlagfestigkeit zwischen zwei Drähten nicht.

Werkstattmäßig wie auch bei Nachprüfungen an Ort und Stelle ist der Frage des Feuchtigkeitsschutzes durch Imprägnierung aus zwei Gründen keine große Bedeutung mehr beizumessen. Erstens sind Vorsorgen für trockene Aufbewahrung der Spulen sehr einfach zu treffen, etwa durch Aufbewahrung unter Öl oder durch eine Abschirmung mittels Wärmeschleiers, zweitens haben Versuche ergeben, daß für die Trocknung einer der Außenluft wieder ausgesetzten Spule genau die gleiche Zeit erforderlich ist, gleichgültig ob sie imprägniert war oder nicht. Denn die imprägnierte Spule nimmt die Feuchtigkeit nicht nur schwer auf,

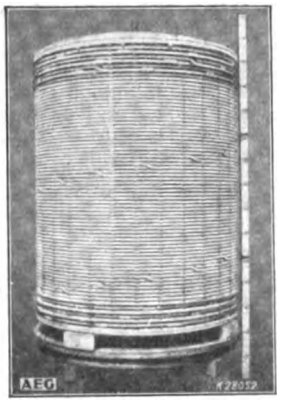


Abb. 12. Hochvoltspule mit gestürzter Wicklung für einen 100 000 kVA-Transformator.

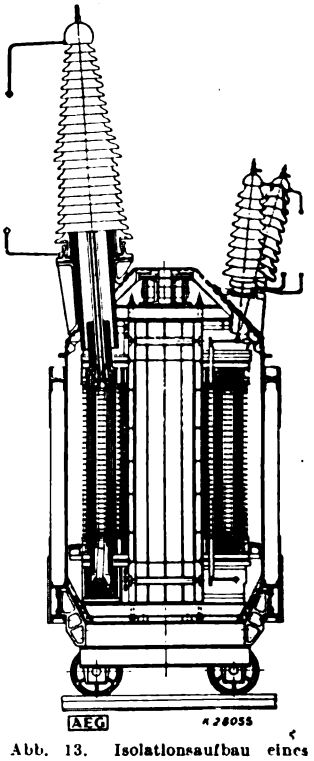


Abb. 13. Isolationsaufbau eines 220 kV-Transformators, 60 000 kVA, 220/110/10 kV.

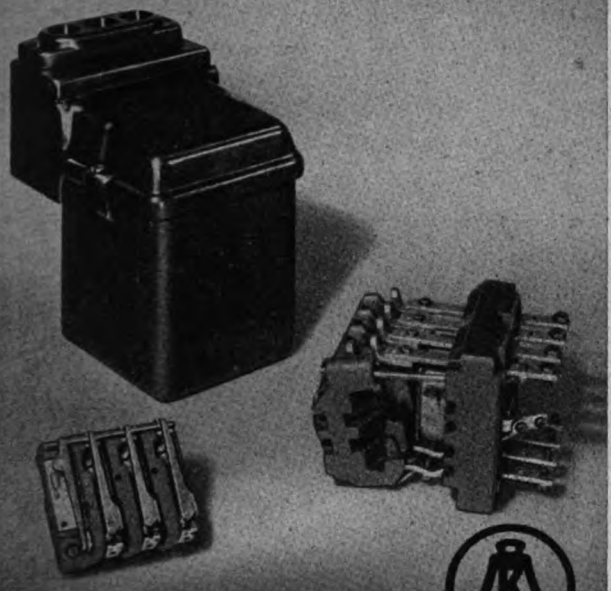
sie gibt dieselbe auch ebenso schwer wieder ab. Immerhin gibt es praktisch Fälle, wo wir auch heute noch die Imprägnierung bei Rechteckdrähten anwenden, und zwar wenn Versand ohne Öl außerhalb des Kastens oder Versand ohne Öl, aber im Kasten mit Trockengasschutz nach Übersee vorgenommen wird.

Durch Anwendung freier Ölstrecken abwechselnd mit Isolationszylindern aus Hartpapier, die in Winkelringen

Digitized by Google

Klöckner-Motorschutz

fortschrittlich in Form und Gewand —
in der Idee seit Jahrzehnten beständig!



F. KLÖCKNER K/G
KÖLN-BAYENTHAL

"Der geschlossene Ring"
unserer vielseitigen Walzenschalter —

mit Isolierhaube,
isoliert — und dicht gekapselt —

Die leistungsfähigen Geräte
Ihres täglichen Bedarfs!

Er.

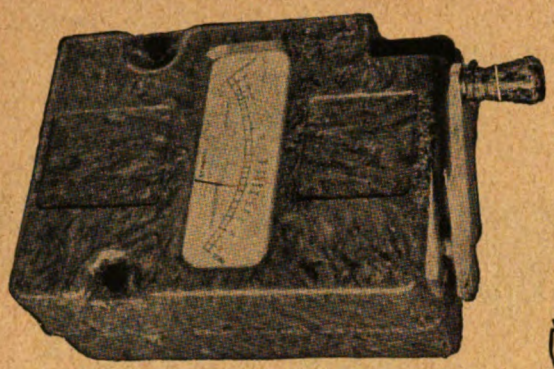
F. KLÖCKNER K/G
KÖLN-BAYENTHAL

Neumeyer-Kabel weltverbreitet

KABEL, DRÄHTE
SCHNÜRE FÜR
ALLE ELEKTRO-
TECHNISCHEN
ZWECKE

KABEL- UND METALLWERKE NEUMEYER AKT.-GES. NÜRNBERG

Digitized by Google



nur 145 × 100 × 60 mm, 1,3 kg **RM 135.-**

Baby-Megger

Isolationsmesser

ein hochwertiges

Kreuzspulmeßgerät im Rocktaschenformat

Eingebaute Gleichstrom-Dynamo für 500 Volt

Direkte Anzeige unabhängig von der Kurbeldrehzahl

db

Dipl.-Ing. D. Bercovitz & Sohn

BERLIN-SCHÖNEBERG

PAPIER

für die elektrotechnische Industrie

SPEZIALITÄT

KONDENSATOR-PAPIER

Dicke von 0,0065 mm aufwärts

ISOLIERPAPIER

für Stark- und Schwachstrom

SCHOELLER & HOESCH

GERNSBACH IN BADEN

DER EINHEITSKONDENSATOR

ZUR VERBESSERUNG DES COS φ

EINHEITEN VON JE 2 BKVA BIS 1000 VOLT ~

FERNER: ÖL-KONDENSATOREN FÜR DIE SCHWACH- UND STARKSTROMTECHNIK · POL- UND SPANNUNGSSUCHER HOCH- UND HÖCHSTSPANNUNGSANZEIGER · KONTROLL- UND SIGNALLAMPEN QUECKSILBERSCHALTRÖHREN · EDELGAS-ÜBERSPANNUNGSABLEITER GLEICHRICHTERGERÄTE · EINRICHTUNGEN FÜR ALLE ZWECKE

RECTRON · G.M.B.H. · BERLIN · W 35

Voltmeter für 50 kV im Koffer

Hochspannungs-Voltmeter

Bauart: Starke-Schroeder. D.R.P.

1 Instrument für **4** Spannungsarten

- für Gleichspannung
- für Wechselspannung
- für Hochfrequenzspannung
- für Scheitelspannung

Ausführungen als Laboratorien — Schalttafel Anbau-Instrument für jede Spannung

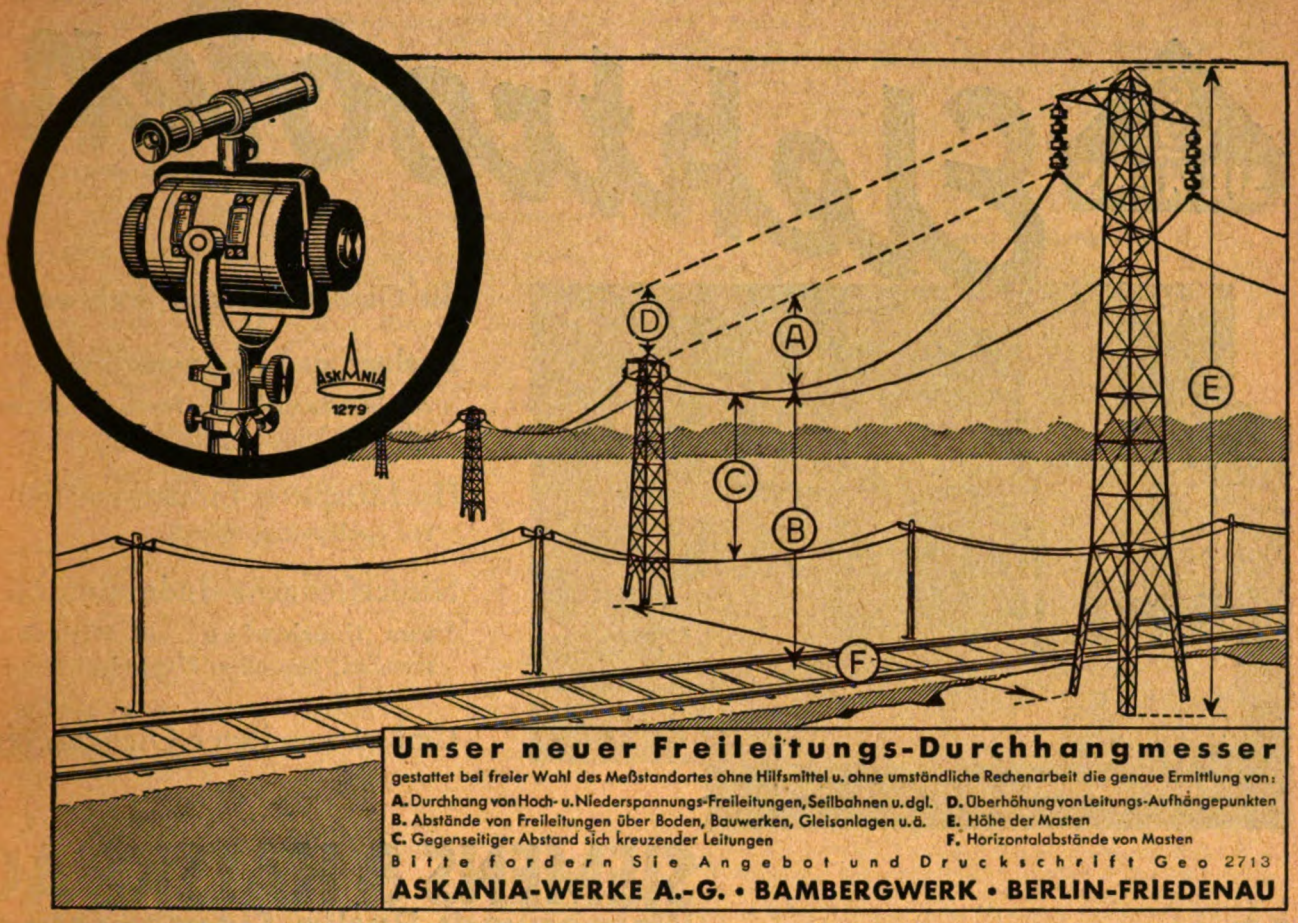
4 Meßbereiche: 2-10, 4-20, 8-40, 10-50 kV.

Voltmeter für 50 kV, Koffer geöffnet

DIPL.-ING. RICHARD SCHROEDER, AACHEN · POSTFACH 122

Spezialfirma für Hochspannungstechnik

Digitized by Google



Unser neuer Freileitungs-Durchhangmesser

gestattet bei freier Wahl des Meßstandortes ohne Hilfsmittel u. ohne umständliche Rechenarbeit die genaue Ermittlung von:

A. Durchhang von Hoch- u. Niederspannungs-Freileitungen, Seilbahnen u. dgl.
B. Abstände von Freileitungen über Boden, Bauwerken, Gleisanlagen u. ä.
C. Gegenseitiger Abstand sich kreuzender Leitungen
D. Überhöhung von Leitungs-Aufhängepunkten
E. Höhe der Masten
F. Horizontalabstände von Masten

Bitte fordern Sie Angebot und Druckschrift Geo 2713

ASKANIA-WERKE A.-G. • BAMBERGWERK • BERLIN-FRIEDENAU

1858
JAHRE
1933

C. J. VOGEL

DRAHT- UND KABELWERKE AKT. GES.
BERLIN-K'O'PENICK

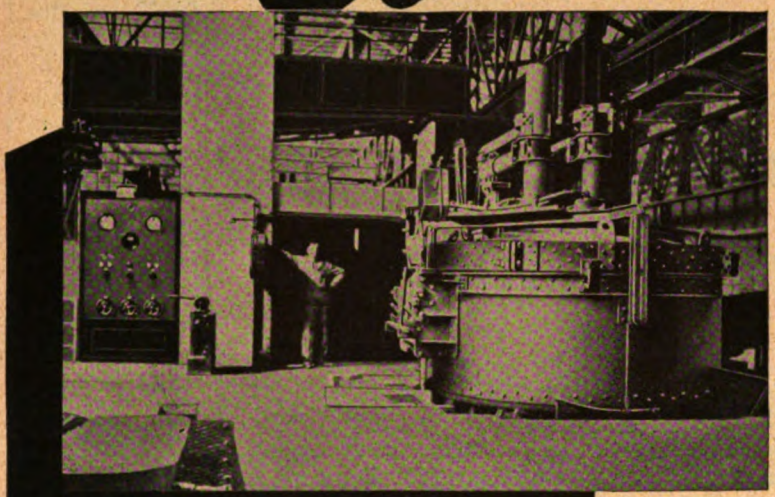
Verlangen Sie bitte unser Jubiläumsheft von unserer Abt. 15 b

ADEBAHR

Digitized by Google

SIEMENS

Elektroöfen



4-t-Lichtbogenofen

für Gießereien und Stahlwerke.

Drehstrom-Lichtbogenöfen
zur Stahlherstellung, für Grauguß und für Ferrolegierungen,

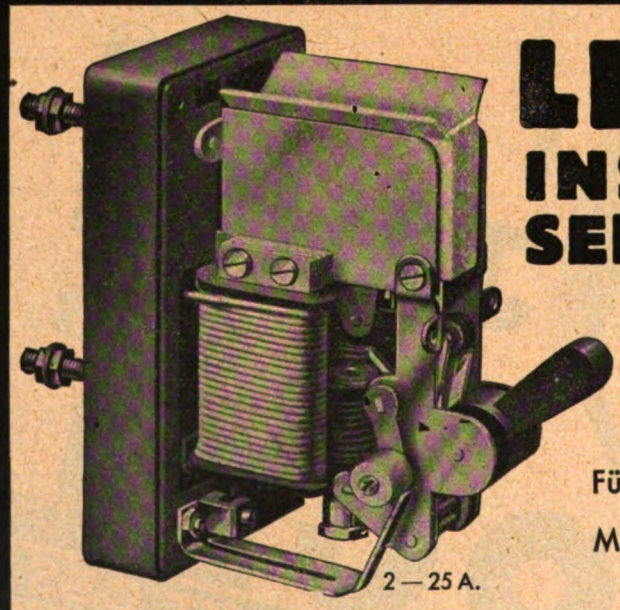
Hochfrequenz-Induktionsöfen
für hochwertige Metalle.

Niederfrequenz-Induktionsöfen
zum Umschmelzen von Nichteisenmetallen, besonders Kupferlegierungen.

Umbau veralteter Ofenanlagen.

SIEMENS & HALSKE AG
Wernerwerk, Berlin-Siemensstadt

El. 053



2—25 A.

LINDNER-INSTALLATIONS SELBSTSCHALTER

ENTSPRECHEN
DEN LEITSÄTZEN DES V.D.E.

Für vorder- und rückseitigen Anschluß
Mit und ohne thermische Verzögerung

Fordern Sie unseren Sonderdruck Nr. 117

LINDNER u. CO.

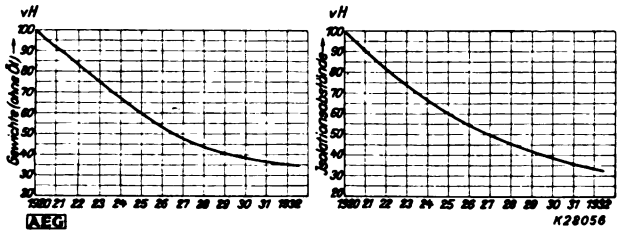
JECHA-Sondershausen

Digitized by Google

enden, war es möglich, die Abstände zwischen den HV- und NV-Wicklungen und dem Eisenkern wesentlich herabzusetzen, wodurch eine große Ersparnis an aktivem Material erzielt wurde.

Die grundsätzliche Isolationsanordnung ist aus Abb. 13 ersichtlich. Diese stellt den Schnitt durch die Wicklung eines 60 000 kVA-Transformators für 110/220 kV dar. Bei dieser doppelkonzentrisch ausgeführten Wicklung wird die HV-Wicklung durch Isolationszylinder, die in kammartig ineinandergreifenden Winkelringen enden, abgeschirmt, wodurch eine denkbar günstige Isolationssicherheit erreicht wird. Durch die Zwischenräume der kammartig ineinandergreifenden Winkelringe kann das zur Kühlung erforderliche Öl bequem zu der HV-Wicklung gelangen.

Wir verdanken die Einführung dieser grundlegenden Neuerung Albert Hundt, dem ideenreichen Mitschöpfer des heutigen Großtransformators. Die Arbeit eines solchen die Entwicklung entscheidend vorwärtstreibenden, dabei hinter dem Werk bescheiden zurücktretenden Geistes zeigt am besten eine Darstellung der Fortschritte des Großtransformatorenbaues in den letzten 12 Jahren, gegliedert nach Gewichtsausnutzung und Errungenschaften der Isolationstechnik (Abb. 14).



Gewichtsverminderung von Großtransformatoren 30 000 kVA, 110 kV, mit Ölumlauf und äußerer Fremdlüftung bzw. äußerer Wasserkühlung

Fortschritte der Isolationstechnik an Transformatoren für 110 kV

Abb. 14. Entwicklung von Großtransformatoren 1920 ··· 1932.

Spitzenerzeugnisse setzen erstklassige Werkstattarbeit voraus. Ihre bedeutungsvollste Leistung hat die Fabrikationstechnik in jenen Verfahren aufzuweisen, welche auf die Erreichung und Erhaltung vollkommener Isolationseigenschaften abzielen. Die vollständige Kaltbehandlung des Öles, das während des ganzen Herstellungsganges des Transformators gegenüber der Anlieferungstemperatur auch nicht um einen Grad erwärmt zu werden braucht, ist von den hier gemachten Fortschritten insofern einer der bedeutungsvollsten, als die Lebensverlängerung des Öles restlos dem späteren Betriebe des Großtransformators zugute kommt. Die Wicklung braucht die Feuchtigkeit nicht mehr indirekt durch das Öl hindurch abzugeben, sie wird in großen Vakuumöfen unmittelbar getrocknet und kann bei dieser Behandlungsart den Schutz durch Imprägnierung entbehren. Ein für die Spannungsfestigkeit des Großtransformators sehr wesentlicher Punkt ist auch der Entzug der eingeschlossenen Luft durch eine Kaltvakuumbehandlung des fertigen Transformators. Da es gelungen ist, diese Behandlungsverfahren auch den Betrieben selbst zugänglich zu machen, so sind die günstigen Eigenschaften des heutigen Großtransformators höchster Spannung nicht bloß Spitzenwerte im Prüffeld der Erzeugerfirma, sondern bleibende Vorzüge einer nahezu unempfindlichen Konstruktion.

Die neuen Öltrocknungsanlagen der AEG benutzen das Prinzip, daß ein Ölstrahl, der in einen luftleeren Raum eingesprüht wird, dabei seine gelösten Gase, das an diese gebundene Wasser samt den in feiner Verteilung eingelagerten Wassertröpfchen durch Verdampfung allmählich an den luftverdünnten Raum abgibt, aus welchem diese Gase und Dämpfe dann abgesaugt werden. Nach Beendigung des Prozesses wird eine Absättigung der Öle mit Luft von ganz geringer relativer Feuchtigkeit vorgenommen. Die Kochmaschine ist am Platze bei Kästen, die das erhöhte Vakuum nicht vertragen, z. B. Wellblechkästen. Auch hier ist es vorzuziehen, daß im Interesse der Ölschonung und einer Sichtkontrolle des Spulenaufbaues zunächst mit Heißluft getrocknet wird, während die Kochmaschine nachher dazu verhelfen soll, die Wirkung des geringen Vakuums auf das Austreiben der Luftblasen zu verbessern.

5. Der Buchholz-Schutz.

Einen guten Einblick in die bei Transformatoren vorkommenden Schäden hat der Buchholz-Schutz gewährt. Er schaltet nämlich fehlerhafte Transformatoren so sicher und in einem so frühen Stadium des Fehlers ab, daß nach dem Ausbau der Fehler in der Regel noch in seinem Anfangstadium zu erkennen ist, daß also genau der Entstehungsgang des Fehlers verfolgt werden kann. Der Buchholz-Schutz hat sich in einem ungeahnten Umfange in die Praxis eingeführt. Man kann sagen, daß er heute nicht nur in Deutschland allein der Transformatorenschutz ist. Dazu trägt neben seinen bereits erwähnten Vorzügen seine große Einfachheit bei und die Anspruchslosigkeit hinsichtlich der Betriebsführung.

6. Ölkasten und Kühlung.

Beim sog. selbstkühlenden Transformator (OS-Kühlung), der zu immer höheren Leistungen vordringt, fällt dem Ölkasten die wichtige Aufgabe der Abfuhr der Verlustwärme von Kern und Wicklung zu. Bis zu Leistungen von mehreren 1000 kVA hat der Wellblechkasten seine Stellung behauptet. Eine erhebliche Verbesserung der spezifischen Wärmeabgabe wurde durch ölseitig engere, luftseitig aber bedeutend weitere Welleneinschnitte gegenüber der alten symmetrischen Bewellung erzielt. Hand in Hand mit der sich hieraus ergebenden Gewichtsersparnis geht auch eine nicht unbedeutende Verminderung des Ölinhalts.

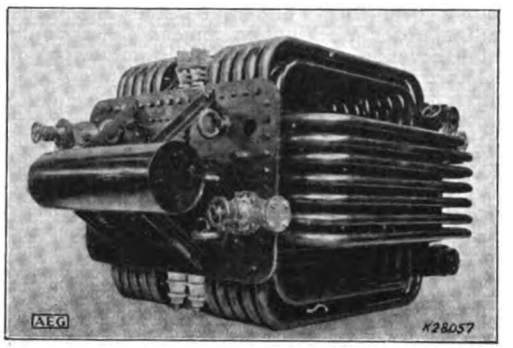


Abb. 15. Vollständiger ölgefüllter Transformator mit Röhrenkasten, umgelegt (Abnahmebedingung).

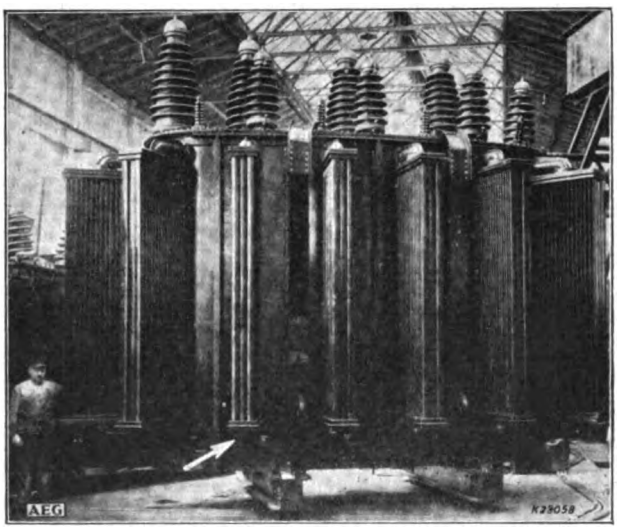


Abb. 16. Transformator mit Radiatorenkühlung, 7500 kVA, 100/17 kV.

Bei großen Einheiten jedoch setzt sich der Röhrenkasten immer mehr durch (Abb. 15). Seine robuste Bauart und höhere Vakuumfestigkeit bei etwa gleichen oder geringeren Herstellungskosten geben ihm in diesem Gebiet eine hohe Überlegenheit gegenüber dem Wellblechkasten. Die Grenze, bis zu der der Röhrenkasten bei natürlicher Kühlung noch wirtschaftlich ist, liegt bei etwa 15 000 kVA. Wesentlich höhere Leistungen lassen sich auch mit Selbstkühlung erzielen, wenn man den Kasten mit radial gestellten Radiatoren versieht, denen man leicht eine außerordentlich große Kühlfläche geben kann (Abb. 16). Die Radiatoren werden für den Bahntransport abnehmbar ge-

Digitized by Google

macht. Damit hierbei die Ölfüllung des Transformators nicht abgelassen zu werden braucht, sind in den Sammelrohranschlüssen Absperrventile vorgesehen.

Die Kühlwirkung der erwähnten Kastentypen läßt sich durch Anblasen erheblich steigern (OF-Kühlung). Als besonders zweckmäßig hat sich die sog. Düsenkühlung erwiesen, die unter anderm auch den Vorteil hat, sich leicht nachträglich anbauen zu lassen. Die Einrichtung besteht aus einem Ventilator und einer Windleitung, die unten um den Kasten herumgeführt ist. An der Windleitung sind in Übereinstimmung mit den Lufteinschnitten der Kastenkühlfläche Düsen angeordnet, die vermöge ihrer Injektorwirkung eine lebhafte Luftbewegung erzeugen (Abb. 17). Die Wärmeabgabe wird auf diese Weise bei gleicher Öltemperatur auf etwa das Doppelte gesteigert. Bei nachträglichem Anbau der Düsenkühlung ist zu berücksichtigen, daß diese nur die Wärmeabgabe des Kastens unmittelbar beeinflußt und daß eine Steigerung der Wärmeabgabe der Wicklungen an das Öl also nur durch eine entsprechende Senkung der Öltemperatur erreicht werden kann. Man darf deshalb nur mit einer Erhöhung der Transformatorleistung von etwa 30 % rechnen gegenüber einer Leistungsteigerung von 50 % bei von vornherein für Düsenzusatzkühlung ausgelegten Transformatoren. Bei wechselnder Belastung braucht man selbstverständlich nur während der Zeit der Belastungspitze anzublasen.

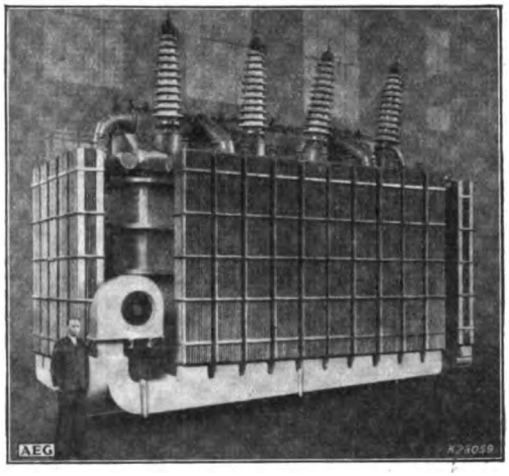


Abb. 17. Transformator mit Zusatz-Düsenluftkühlung, 30 000 kVA, 104/26 kV.

An die Stelle der Wasserkühlung mittels im Ölkasten angeordneter Kühlschlange, einer Bauart, die fast nur noch historische Bedeutung hat, ist die Ölumlaufkühlung für Großtransformatoren höchster Leistung getreten. Der hierzu gehörige gesonderte Ölrückkühler, ursprünglich mit Wasserkühlung (OWA-Kühlung) ausgerüstet, wird heute vorzugsweise mit Luftkühlung gebaut, nachdem es gelungen ist, Luftkühler hoher spezifischer Leistung zu entwickeln (Abb. 18). Zweifellos bedeutet die Abkehr von der Wasserkühlung eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit und Betriebsicherheit, da Verschmutzungen des Kühlers durch Unreinheiten des Wassers, die Möglichkeit des Eindringens von Wasser in das Transformatorenöl, die Frostgefahr und schließlich die Kosten für die Beschaffung des Wassers selbst grundsätzlich ausgeschieden sind.

Mit selbstkühlenden Transformatoren wurden Leistungen bis zu rd. 50 000 kVA erreicht. Die Steigerung der Betriebsicherheit durch das Fortfallen der Hilfseinrichtungen bietet einen großen Anreiz für die Wahl dieser Bauart trotz ihres höheren Preises und der Tatsache, daß der selbstkühlende Transformator mit höheren Öltemperaturen arbeitet, was sich auf seine Lebensdauer auswirken muß. — Am Beispiel von Transformatoren für 130 kV Oberspannung sei schließlich noch ein Überblick über die verhältnismäßigen Kosten von Drehstromeinheiten mit verschiedenen Kühlanordnungen gegeben (Abb. 19).

7. Ölkonservator, Luftentfeuchter.

Der Ölkonservator ist in Deutschland mit Recht Allgemeingut geworden. Er verhindert wirksam die Verschlammung des Öles im Betrieb dadurch, daß er das heiße Öl der Berührung mit der Luft entzieht. Er wird bei kleinen und mittleren Typen als zylindrisches Gefäß ausgebildet und direkt am Kasten befestigt. Bei großen Transformatoren wird seine Wirkung noch durch einen Schwimmer gesteigert, der den Ölspiegel im Konservator abdeckt und so das Öl von der Luft weitgehend absperrt. Er wird dann rechteckig ausgeführt und gesondert aufgestellt.

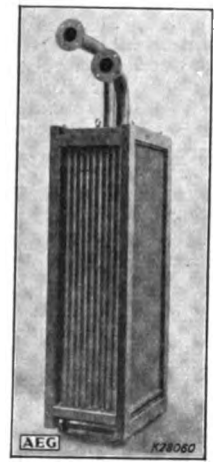


Abb. 18. Rippenluftkühler für Transformatoren, 75 kW Wärmeabfuhr bei 30° Ölübertemperatur.

Abb. 20. Chlorkalzium-Luftentfeuchter. Ausführung für frostfreie Innenräume.

Von Westinghouse ist eine Anordnung eingeführt worden, bei welcher der Transformatorkasten nicht vollständig mit Öl gefüllt ist und eine Abschlußschicht aus einem indifferenten Gas enthält. Die Atmung erfolgt bei dieser sog. „Inertaire"-Type durch ein besonderes, den Luftsauerstoff bindendes Vorschaltgerät. Man sagt dieser Bauart eine Art Polsterwirkung bei plötzlichem Druckanstieg im Kessel nach. Verwandte Bestrebungen gehen bei uns dahin, die Öloberfläche im Konservator vollkommen vor der Berührung mit der Luft zu schützen. Hierher zählt u. a. die Verwendung von Sperrflüssigkeiten sowie von elastischen Abdeckungen der Öloberfläche.

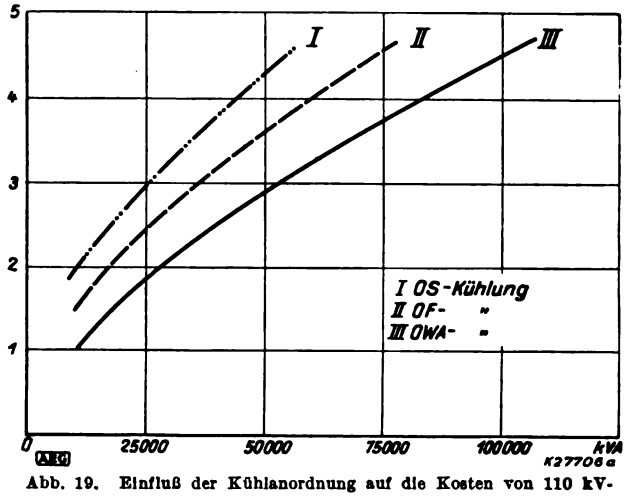


Abb. 19. Einfluß der Kühlanordnung auf die Kosten von 110 kV-Transformatoren.

Die Konservierung des Öles läßt sich auch durch den Luftentfeuchter, den man der Atmungsöffnung des Konservators vorschaltet, verbessern. Der Luftentfeuchter (Abb. 20) besteht aus einem Chlorkalzium enthaltenden Behälter, der der leichten Überwachung halber aus Glas gefertigt und so reichlich bemessen ist, daß er eine für einen längeren Zeitraum ausreichende Füllung aufnehmen kann. Der Luftentfeuchter verhindert die allmähliche Verfeuchtung des Öles und gewährleistet damit seine unverminderte Durchschlagfestigkeit auf Jahre hinaus.

8. Spannungsregelung unter Last.

Die elektrischen Energieverteilungsnetze sind in einem dauernden Wachstum begriffen und ihr Vordringen macht selbst vor der Landesgrenze keinen Halt mehr. An den

Digitized by Google

Stellen, wo benachbarte Netze zusammenstoßen, werden sie heute zum Zwecke des gegenseitigen Ausgleichs und der Reserve miteinander verknüpft. Damit taucht aber eine Anzahl neuer Probleme auf, von denen eines der wichtigsten das der Spannungsregelung unter Last ist. Der Bedarf an Regeltransformatoren hat in den letzten Jahren außerordentlich zugenommen; so wurden beispielsweise im letzten Jahre 60 % aller von der AEG gelieferten Großtransformatoren mit Einrichtungen zur Regelung der Spannung unter Last ausgerüstet. Der Regelungsbereich, der bei Leistungstransformatoren angewendet wird, beträgt vielfach bis zu ± 20 % und muß in bis zu ± 12 Stufen je Phase durchlaufen werden.

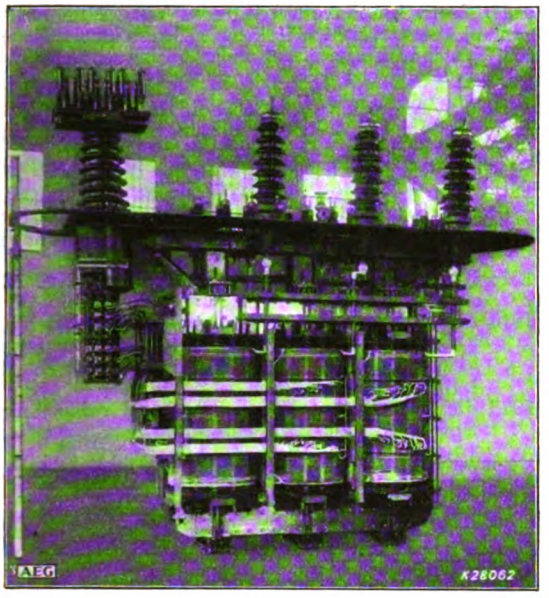


Abb. 21. Dreiwicklungs-Regeltransformator, 15 000/15 000/9000 kVA, 72 ··· 56 kV Oberspannung in 16 Stufen regelbar mit Lastumschaltung im Nullpunkt.

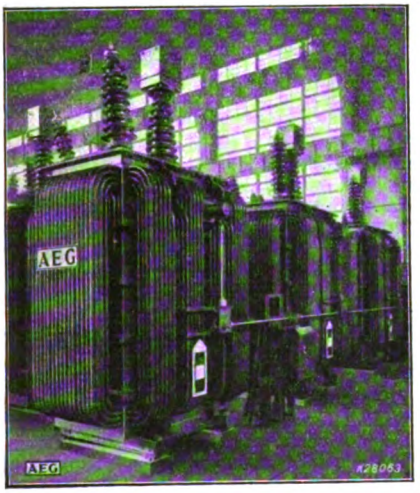


Abb. 22. Drehstromgruppe aus drei einphasigen Dreiwicklungs-Regeltransformatoren 15 000/10 000/5000 kVA, 105 000 V ± 10 % in ± 6 Stufen.

Die in Amerika ursprünglich zur Anwendung gelangte Lösung, Zuhilfenahme zweier paralleler Wicklungshälften und kurzzeitiger Überlastung der einen Hälfte während des Umschaltvorganges, ist heute auch dort bereits überholt. Für Lastschaltungen bei Anzapftransformatoren werden heute entweder Spannungsteiler oder induktionsfreie Widerstände verwendet, denen die Aufgabe zufällt, während des Überschaltens einen Kurzschluß zwischen alter und neuer Anzapfung zu verhindern. Die letztere Anordnung ist in Deutschland die weitaus überwiegende.

Bei großen Leistungen zerfällt die ganze Einrichtung in 3 Teile, den sog. Stufenwähler, welcher in der Hauptsache vorbereitend wirkt und die zu schaltende Anzapfung dem eigentlichen Lastschalter in stromlosem Zustande vorgibt, den Lastschalter, der die eigentliche Überschaltung vornimmt, und den Antrieb. Der Stufenwähler sitzt in der Regel im Innern des Transformators im gleichen Ölbade mit der Wicklung, was auch ohne weiteres zulässig ist, da ja keine Lichtbogenbildung und auch sonst kein Verschleiß an ihm auftreten. Der Lastschalter, der, wie erwähnt, mit Widerstandsüberschaltung arbeitet und in Ausführung nach den bekannten Jansen-Patenten mit Momentschaltung ausgerüstet ist, sitzt vielfach auf durch den Deckel gehenden Durchführungsisolatoren. Abb. 21 läßt am Beispiel eines 15 000 kVA-Transformators die Anordnung gut erkennen. Links unterhalb des Deckels sitzt der Stufenwähler, oben auf der Durchführung sitzen die Lastschalter der 3 Phasen. Da die Anzapfungen im vorliegenden Falle am Nullpunkt der 3-Phasen-Wicklung liegen, konnten die drei Phasen von Wähler und Lastschalter konstruktiv vereinigt werden. Abb. 22 zeigt einen Satz von 3 mit Spannungsregelung ausgerüsteten Einphasen-Transformatoren von je 5000 kVA und 105 kV. Der außen sitzende motorische Antrieb, der häufig auch die Relais zur selbsttätigen Konstanthaltung der abgegebenen Spannung enthält, besorgt seine Aufgabe über durch Zahnräder verbundene Wellen, die mittels Stopfbuchse in das Innere des Transformators geführt sind. Wohl alle deutschen Firmen führen neuerdings die erwähnten Spannungsregeleinrichtungen nach den Patenten von Jansen aus, dem wir Pionierarbeit auf diesem Gebiete verdanken.

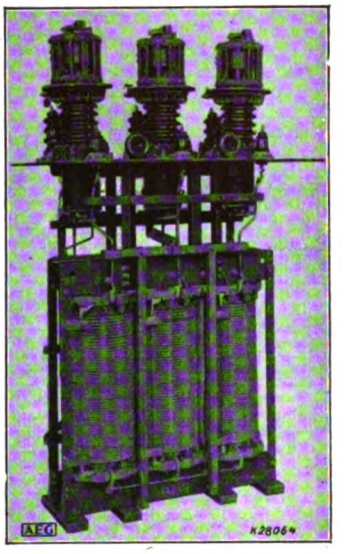


Abb. 23. Regeltransformator, 1200 kVA, 20 000/3000 V, mit Lastumschaltung durch aufgebaute Lastwähler.

Für mittlere Leistungen bis zu etwa 5000 kVA werden Stufenwähler und Lastschalter von uns konstruktiv zu einem Ganzen vereinigt, so daß also hier Stufenwahl und Lastschaltung mit demselben Organ vorgenommen werden. Einen derartig ausgebildeten Transformator zeigt Abb. 23; man erkennt, daß die ganze Regeleinrichtung auf den 3 Durchführungen der Hochvoltwicklung untergebracht ist.

Es gibt noch zahllose Abarten der eben kurz erwähnten Konstruktionen, auf die ich im engen Rahmen eines Vortrages unmöglich eingehen kann. Ich muß es mir auch versagen, auf grundsätzliche Fragen der Spannungsregelung einzugehen, und kann hier nur auf das Schrifttum der letzten Zeit verweisen. Ich will immerhin kurz erwähnen, daß die Spannungsregelung unter Last zu immer kleineren Leistungen vordringt und daß wir z. Z. auch Einheitstransformatoren von 5 ··· 100 kVA mit wohlfeilen Einrichtungen ausrüsten, die eine Umschaltung der dort ohnehin vorgesehenen Anzapfungen unter Last, also im Betriebe, gestatten.

Die Regelungseinrichtungen haben dem Transformator jedenfalls vieles von seiner Starrheit genommen und ihn zu einem Mittelding zwischen einem starren Apparat und einer Maschine gemacht.

Digitized by Google

Öffentliche Elektrizitätswirtschaft im Versorgungsgebiet der Provinz Schlesien*.

Von Dr.-Ing. E. h. C. **Bachmann**, Hirschberg i. Schles.

Übersicht. Die Entstehung, Ausdehnung und Leistung der 18 Überlandwerke Schlesiens in den Jahren 1929 ··· 1932 wird dargelegt und diese Zersplitterung aus der frühzeitigen Entstehung der Werke und der Abhängigkeit ihrer Ausdehnung von der Entwicklung der Übertragungsspannung (von 6 auf 100 kV) erklärt.

De Bedeutung der kommunalen und privaten Werke wird einander gegenübergestellt und auf die Notwendigkeit einer Vereinheitlichung der Elektrizitätswirtschaft Schlesiens hingewiesen.

Wohl kaum eine Provinz weist eine solche Zersplitterung in der Elektrizitätswirtschaft auf wie die frühere Provinz Schlesien bzw. die jetzigen Provinzen Nieder- und Oberschlesien. Allein 16 Elektrizitätswerke — s. Abb. 1 und Zahlentafel 1, Nr. 2 ··· 8 und 10 ··· 18 — teilen sich in die Versorgung von Niederschlesien, von denen die Nr. 4 sechs kleine Werke im Kreise Hoyerswerda umfaßt, während die kleine Provinz Oberschlesien nur von 2 großen Überlandzentralen — s. Nr. 1 und 9 — versorgt wird. Diese Mannigfaltigkeit hat ihren Grund vornehmlich darin, daß in Schlesien als in einer der ersten Provinzen die Elektrisierung, u. zw. in den beiden Kohlenrevieren um Gleiwitz (O.-S.) und Waldenburg (N.-S.) aufgenommen wurde, als die Elektrotechnik mit Spannungen von 3000 und 6000 V den elektrischen Strom nur auf sehr beschränkte Gebiete fortzuleiten gestattete und die zusammengefaßte Versorgung größerer Gebiete, wie etwa einer ganzen Provinz, wie es heute geschehen könnte, nicht ermöglichte. Nachdem diese industriell hoch entwickelten und elektrowirtschaftlich erfolgreichsten Gebiete durch die beiden engbegrenzten besonderen Überlandwerke in Anspruch genommen waren, ergab sich wiederum im Zusammenhange mit den im Fortschritt der Technik erhöhten Übertragungsspannungen von 30 ··· 40 kV bei der weiteren Elektrisierung zwar eine erheblich größere Ausdehnung der einzelnen neuen Versorgungsgebiete, aber zunächst doch noch eine Beschränkung auf im Verhältnis zur Gesamtprovinz kleinere und wirtschaftlich entwickeltere Teile der Provinz. So schritt der Provinzialverband von Schlesien im Jahre 1905 zur Ausnutzung der Wasserkräfte der Talsperren Marklissa und Mauer und lieferte den Beweis, daß die Elektrizitätswirtschaft in den den Talsperren zunächst gelegenen 7 Kreisen mit überwiegend landwirtschaftlichem Charakter mit Erfolg und ohne Risiko betrieben werden konnte. Hiermit kamen ein kühneres Vorgehen und Belebung in die Elektrizitätswirtschaft Schlesiens. Es entstanden in rascher Folge:

in den Jahren

1910 die Elektrizitätswerk Schlesien Aktiengesellschaft, — Nr. 2 — mit 18 Stadt- und Landkreisen,

1911 die Überlandwerke der Städte Breslau — Nr. 8 — und Görlitz — Nr. 11 —, und 1914 der Stadt Glogau, jetzt Elektrowerke AG. E. W. Glogau — Nr. 14 — mit einem Teile der gleichnamigen Landkreise,

1914 die Electricitäts-Werke Liegnitz — Nr. 12 — mit 5 Kreisen,

1912 ··· 1914 die Überlandzentrale Mittelschlesien — Nr. 13 — mit 4 Landkreisen, die von der Talsperre des Provinzial-Elektrizitätswerkes bei Breitenhain versorgt werden,

1913 die Bezugsgenossenschaft der Kreise Sagan-Sprottau, seit 1922 Kommunale Elektrizitäts-Lieferungs-Gesellschaft AG. — Nr. 10 —

und 1914 das Kommunale Kraftwerk Oppeln AG., jetziges Überlandwerk Oberschlesien — Nr. 9 — mit 16 Kreisen.

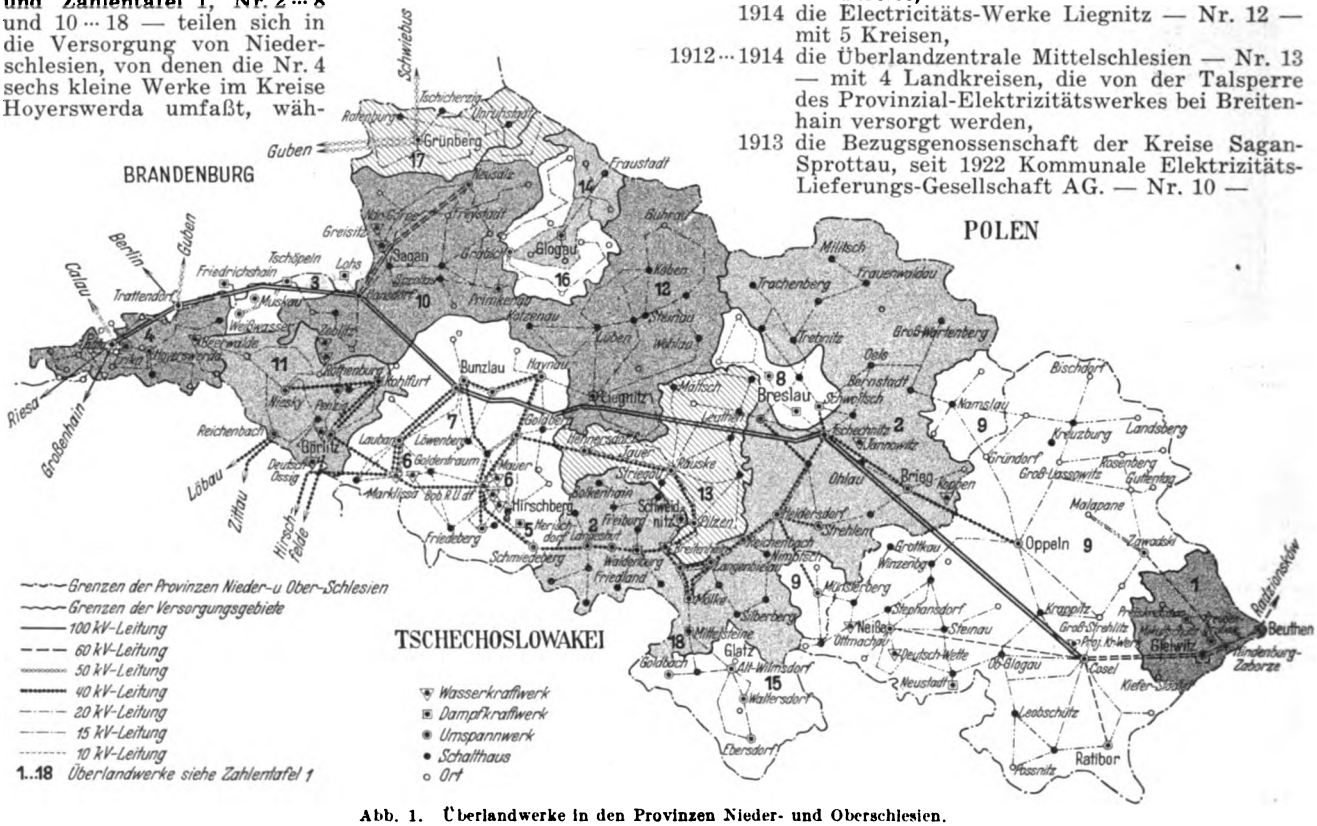


Abb. 1. Überlandwerke in den Provinzen Nieder- und Oberschlesien.

Die zerteilte Versorgung des Kreises Hoyerswerda hat ihren Grund in den dort nahegelegenen Kraftwerken der Braunkohlen- und Brikett-Industrie AG. Mückenberg, der Grube Erika (Ilse Bergbau-AG.) und der Grube Eintracht.

Die in Schlesien verwendete Elektrizität wird im wesentlichen aus Steinkohle, aus Wasserkraft und aus Braunkohle gewonnen. Die Dampfkraftwerke in Schlesien haben im ganzen eine Leistung von 358 920 kW, die Wasserkräfte zusammen von 34 337 kW und die Dieselmotoren zusammen von 890 kW.

Ein Braunkohlen-Kraftwerk hat in Schlesien nur die Stadt Görlitz in Kohlfurt mit einer Leistung von 15 500 kW. In den Jahren nach dem Kriege hat aber die Elektrowerke AG. (Reichselektrowerke) in Berlin von ihren Braunkohlen-Kraftwerken in Trattendorf und Lauta eine 100 kV-Doppelleitung nach Schlesien hinein durch den Kreis Sagan über Bunzlau, Liegnitz und Breslau bis Tschechnitz geführt, mit der sie im Jahre 1929 81 Mill kWh, im Jahre 1930 69 Mill kWh und in den Jahren 1931 und 1932 je rd. 64 Mill kWh einführte. In Tschechnitz ist die niederschlesiche 100 000 V-Sammelschiene mit der oberschlesischen verbunden, die bis Cosel führt. Letztere ist im Besitz der Ostkraftwerk AG., die in Cosel den Bau

* Gehört zur Aufsatzreihe über die öffentliche Elektrizitätswirtschaft der Versorgungsgebiete Deutschlands und des Auslandes im Jahre 1932 (vgl. ETZ 1933, S. 601). Weitere Aufsätze folgen. D. S.

Digitized by Google

eines Steinkohlen-Kraftwerkes plant. Nach Errichtung dieses Werkes wird der Zusammenschluß zwischen den beiden Hauptenergieträgern der schlesischen Elektrizitätsversorgung — der oberschlesischen Steinkohle und der niederschlesischen Braunkohle — geschaffen sein.

Da die Reichselektrowerke nicht nur im Besitz der vorher erwähnten Großkraftwerke auf der niederschlesischen Braunkohle und der niederschlesischen 100 000 V-Leitung sind, sondern auch eine wesentliche Beteiligung an der Ostkraftwerk AG. besteht, so üben die Reichselektrowerke auf die Großstromversorgung Nieder- und Oberschlesiens weitgehenden Einfluß aus. Infolgedessen hat sich der Provinzialverband von Niederschlesien mit den Reichselektrowerken in der Niederschlesischen Elt-AG. (Nr. 7) mit je 50 % des Aktienkapitals vereinigt, mit dem Ziele, auf dieser Grundlage die vielen einzelnen Elektrizitätswerke Niederschlesiens zu vereinigen und dadurch die preissteigernden Einflüsse dieser in Niederschlesien besonders großen Zersplitterung der Elektrizitätswirtschaft auszuschalten. Diesem Ziele dienen auch zahlreiche, bereits vollzogene Beteiligungen der Reichselektrowerke an anderen, in Zahlentafel 1 aufgeführten Überlandwerken Schlesiens.

Ein großer Teil der Überlandwerke Schlesiens arbeitet allerdings nur als Stromverkaufsunternehmen ohne eigene oder für den vollen Bedarf ausreichende Kraftwerke. Das Überlandwerk Oberschlesien bezieht z. B. Elektrizität von dem Kraftwerk der Schlesischen Elektrizitäts- und Gas-AG. in Zaborze (Nr. 1) und von dem Kraftwerk des Elektrizitätswerks Schlesien in Tschechnitz (Nr. 2), die Überlandzentrale Mittelschlesien (Nr. 13) vom Provinzial-Elektrizitätswerk der Talsperre in Breitenhain (Nr. 6), die Kelg (Nr. 10) außer der Leistung ihrer Wasserkraft im wesentlichen von dem Kraftwerk der Reichselektrowerke in Trattendorf, die Stromeinkaufs-Genossenschaft Glatz (Nr. 15) von dem Kraftwerk der Reichsbahn in Mittelsteine (Nr. 18) und die Stromeinkaufs-Genossenschaft Glogau-Land (Nr. 16) von dem Kraftwerk der Reichselektrowerke in Primkenau. Es ergibt sich somit in Schlesien die eigentümliche Erscheinung, daß große Kraftwerke mit verhältnismäßig kleinen Versorgungsgebieten vornehmlich in den Kohlenrevieren und große Versorgungsgebiete z. T. ohne Kraftwerke von Bedeutung vorhanden sind. Diese Verhältnisse und die Zerteilung der

Zahlentafel 1.

	Antriebskraft in kW	nutzbare Stromabgabe in 1000 kWh			Einwohner	km²	Leitungslänge km	Bemerkungen
	1932	1929	1930	1931	1932	1932	1932	
A. Privatwerke								
1. Schles. El.- u. Gas-AG., Gleiwitz	83 600 D	234 157	231 524	226 903	517 000	1084	686	
2. El.-Werk Schlesien AG., Breslau	126 800 D	188 815	180 963	138 938	948 000	7809	2780	
3. Lausitzer El.-Werk G. m. b. H. Weißwasser	625 W	21 078	17 679	17 679	40 988	213	122	
4. 6 Privatwerke im Kreise Hoyerswerda	2 000 D	6 000	5 000	5 000	55 000	868	145	
5. Hirschberger Thalbahn AG., Herischdorf	360 D 230 Dies.	894	891	891	10 000	—	—	
	213 615	450 944	436 057	389 411	1570 988	9974	3733	
B. Kommunale Werke								
6. Prov. El.-W. Niederschlesien, Hirschberg i. Rsgb.	25 760 W	—	—	—	—	—	—	Nr. 6 erstellte 1932 2 neue Wasserkraftwerke im Bober mit 1300 kW Leistung
7. Niederschl. El.-AG., Hirschberg i. Rsgb.	—	63 945	70 811	49 443	367 000	3 920	1 627	
8. El.-Werke der Stadt Breslau	53 000 D 3 900 W (2 000 W)	83 447	82 638	76 106	648 600	550	2 490	Nr. 8: 2000 kW der Oderwerke bei Koppen und Janowitz
9. Überlandwerk Oberschles. AG., Neiße	—	59 687	62 043	61 501	770 000	9 350	3 000	
10. Komm. El.-Lieferungs-Ges. AG., Sagan	2 000 W	31 225	31 602	33 642	162 000	2 700	825	Nr. 10: gemischtwirtsch.
11. El.-Werke Stadt Görlitz	15 500 D 170 W	24 547	25 070	21 636	178 000	1 248	513	
12. El.-Werke Liegnitz, Liegnitz	15 200 D	15 193	15 462	14 078	250 000	3 084	920	Nr. 12: gemischtwirtsch.
13. Zweckverband Überl.-Zentr. Mittelschlesien, Striegau	—	10 557	10 937	9 454	185 000	1 820	948	
14. Elektrowerke AG. EW. Glogau	6 560 D	6 022	5 520	5 617	66 900	600	195	
15. Stromeinkaufs-Genossenschaft Glatz	—	5 000	6 752	4 600	128 600	150	300	Nr. 15: gemischtwirtsch.
16. Stromeinkaufs-Genossenschaften Glogau	—	1 200	1 100	1 274	32 000	619	240	Nr. 16: gemischtwirtsch.
17. Märkisches El.-Werk und verschiedene Städte	11 000 D 660 Dies. 882 W	15 000 23 391	14 000 27 173	13 000 24 924	66 910 136 078	1 013 —	293 —	Nr. 17 versorgt einen Teil des Kreises Grünberg i. Schles.
18. Reichsbahn-Kraftwerk Mittelsteine	44 900 D	73 196	80 007	70 045	—	—	—	
verschiedene kleine Werke	1 000 W	3 000	3 000	2 500	2 912	—	—	
	182 532	415 410	436 115	387 820	2994 000	25 054	11 351	
Summe A+B:	396 147	866 354	872 172	777 231	4564 988	35 028	15 084	

Im Jahre 1932 sind in den beiden Provinzen Nieder- und Oberschlesien im ganzen 703,9 Mill kWh abgegeben worden, von denen 341 Mill kWh auf die privaten Elektrizitätswerke und 362,9 Mill kWh auf die kommunalen Elektrizitätswerke entfallen.

Die größte nutzbare Abgabe wurde bisher von den privaten Werken im Jahre 1929 mit rd. 450,9 Mill und von den kommunalen Werken im Jahre 1930 mit rd. 436,1 Mill kWh erreicht. Darin liegt gegenüber dem Höchststande bei den privaten Werken in der nutzbaren Abgabe des Jahres 1932 ein Rückgang um 109,9 Mill kWh = rd. 24,2 % und bei den kommunalen Werken um 73,2 Mill kWh = rd. 16,8 %. Insgesamt wurde die höchste nutzbare Stromabgabe in Schlesien im Jahre 1930 mit 872,2 Mill kWh erreicht, der gegenüber im Jahre 1932 ein Rückgang um 168,3 Mill kWh = rd. 19,3 % eingetreten ist.

Den in Nr. 1 ··· 5 der Zahlentafel 1 aufgeführten privaten Überlandwerken stehen die unter 6 ··· 18 aufgeführten kommunalen Überlandwerke gegenüber, von denen 4 gemischtwirtschaftlichen Charakter tragen. Von rd. 4 565 000 Einwohnern versorgen die kommunalen Werke rd. 2 994 000 Einwohner und ein Gebiet von 25 054 km² und die privaten Werke nur rd. 1 571 000 Einwohner und ein Gebiet von 9974 km² bei einer gesamten Länge der Hochspannungsleitungen von 11 351 km der kommunalen Werke und 3733 km der privaten Werke, während die Zahl der von den kommunalen Werken nutzbar abgegebenen kWh bis 1931 der der privaten Werke ungefähr gleich blieb, im Jahre 1932 die nutzbare Abgabe der privaten Werke aber bereits mit 22 Mill kWh überstieg.

Provinz in eine so große Zahl wirtschaftlich mehr oder weniger verschiedenartiger Versorgungsgebiete lassen in Rücksicht auf die deutsche Wirtschaft eine Vereinheitlichung der Elektrizitätswirtschaft in Schlesien entsprechend den oben erwähnten Bestrebungen des Provinzialverbandes von Niederschlesien und der Reichselektrowerke als das dringende Gebot der Stunde erscheinen. Es ist ein Unding, wenn an den Grenzen der zahlreichen Versorgungsgebiete innerhalb einer Provinz z. B. der Landwirt für Motorenkraft 14 Rpf und im Nachbarorte 30 Rpf oder für Licht 30 Rpf und im Nachbarorte 50 Rpf je kWh bezahlen muß. Dabei sind die wirtschaftlichen und technischen Voraussetzungen für ein einheitliches Unternehmen im Osten durch das Oberschlesische Kohlenrevier, in Mittelschlesien durch das Waldenburger Kohlenrevier in Verbindung mit den Wasserkräften der Provinz in den Sudeten und im Westen durch die großen Kraftwerke der Elektrowerke in Trattendorf und Lauta und die von hier aus bereits durch Schlesien geführte 100 kV-Sammelschiene in günstigster Weise gegeben. Hindernd steht in wirtschaftlicher Beziehung hauptsächlich nur die die Elektrizitätswirtschaft äußerst schädigende Ausnutzung der Elektrizitätswerke als Steuerquelle meist auch noch durch Inanspruchnahme der Erneuerungsrücklagen entgegen, doch dürfte ein Gesamtwerk Schlesien wirtschaftlich wesentlich vorteilhafter arbeiten und wohl in der Lage sein, die jetzigen Reinerträge den einzelnen Werken und Gemeinden auch für die Zukunft sicherzustellen.

Digitized by Google

Der Sofortbetrieb im Fernverkehr und das vereinigte Melde- und Fernplatz-Verfahren (CLR).

Von A. Čapek, Antwerpen.

(Fortsetzung von S. 708.)

C. Die Auswirkungen des VMF-Betriebs auf den gesamten Fernverkehr.

1. Einfluß des VMF-Verkehrs auf den wechselseitigen Betrieb der Fernleitungen.

Die Fernleitungen in den alten Fernämtern mit gesondertem MF-Betrieb werden meist wechselseitig betrieben, und nur ein Teil des Verkehrs wird — wenn es sich nämlich um Linienzüge mit bedeutendem Gesamtverkehr handelt — über besondere Bündel für den abgehenden bzw. für den ankommenden Verkehr geleitet. In den VMF-Ämtern werden natürlich diejenigen Leitungen, die an die Ort-zu-Ort-Plätze angeschlossen sind, in derselben Weise wechselseitig betrieben wie in den Ämtern mit gesondertem MF-Verkehr. Ebenso werden auch starke Bündel in zwei Gruppen getrennt, wobei der abgehende Teil den VMF-Beamtinnen zugänglich bleibt und der ankommende an die Ankunftsplätze auf Anruf gelegt wird (Abb. 1).

Die übrigen Fernleitungen werden nun ebenfalls wechselseitig betrieben, aber so, daß sie in abgehender Richtung allen VMF-Beamtinnen zur Verfügung stehen, und daß Anrufe in entgegengesetzter Richtung von jeder freien Ankunftsbeamtin unterschiedlos beantwortet werden können. In den VMF-Ämtern arbeiten also — wenn man von den Ort-zu-Ort-Plätzen absieht — nicht nur die VMF-Beamtinnen, die den Abgangsverkehr besorgen, sondern auch die Ankunftsbeamtinnen in großen Gruppen, und ihre Leistungsfähigkeit ist dementsprechend höher.

2. Einfluß der VMF-Betriebsweise auf die Bedienungskosten.

Verbindungen, die in einem VMF-Amte an den Ort-zu-Ort-Plätzen mit Wartezeit hergestellt werden, verursachen natürlich denselben Arbeitsaufwand für das Anmelden, für die Zettelverteilung sowie für die tatsächliche Herstellung wie Gespräche in einem Fernamte mit gesondertem MF-Verkehr. Die Bedienungskosten wartezeitloser Verbindungen sind dagegen kleiner als jener mit Wartezeit; es macht aber in diesem Falle einen Unterschied, ob für das betreffende Gespräch die Meldeleitung mitbenutzt werden kann — und zwar mit Mehrfachzählung bzw. mit Nummernprüfung — oder ob die Verbindung über eine Fernvermittlungsleitung abgewickelt werden muß. In beiden Fällen entfällt natürlich die Zettelverteilung, und es ist auch nicht notwendig, daß eine zweite Beamtin die Gesprächsblattangaben zu lesen braucht, so daß auch alle Mißverständnisse entfallen, welche durch schlechte Lesbarkeit hervorgerufen werden. Weitere, und zwar bedeutende Ersparnisse in den Bedienungskosten werden, wie schon erwähnt, dadurch erzielt, daß die VMF- und die Ankunftsbeamtinnen in großen Gruppen arbeiten.

Die Arbeit am Platz bei selbsttätiger Gebührenübertragung auf die Teilnehmerzähler vereinfacht sich auch dadurch, daß nämlich die VMF-Beamtin für die große Mehrzahl der Verbindungen höchstens eine Liste der rufenden und verlangten Teilnehmer zu führen hat. Sonst wickelt sich aber der Betrieb in ähnlicher Weise wie an einem „A"-Arbeitsplatz im sog. A-B-Verkehr ab, denn es entfällt jede Art von Nummernprüfung und ebenfalls auch die kostspielige Buchung und Verrechnung der aufgelaufenen Gesprächsgebühren. Mit Rücksicht darauf könnte die Leistung der VMF-Beamtin leicht bis auf 100 unmittelbare Verbindungen in der HVSt gebracht werden, und zwar auch ohne Mithilfe von Fernwahl.

Diese Höchstleistung wäre theoretisch zulässig, sie kann aber aus wirtschaftlichen Gründen nicht befürwortet werden mit Rücksicht auf die erwünschte größere Leistungsfähigkeit der längeren Fernleitungen im Sofortverkehr. Wie nämlich schon im Abschnitt B 2 erörtert wurde, empfiehlt es sich, den rufenden Teilnehmer ½ bis 1 min auf eine freie Leitung warten zu lassen, sofern alle Leitungen in dem betreffenden Leitungszug vorübergehend besetzt sind, und zwar in dem Falle, daß diese Bündel wenigstens aus 4 ··· 5 Leitungen bestehen. Solche eingeschaltete Wartezeit drückt aber natürlich die Höchstleistung der VMF-Beamtin herunter, und zwar mehr oder weniger je nach der Anzahl solcher Leitungsbündel. Da fernerhin die VMF-Beamtinnen im Sofortverkehr mehr durch die mißglückten Verbindungen (wegen besetzter Teilnehmerleitungen usw.) belastet werden als im Warteverkehr, ist es ratsam, mit der Höchstleistung dieser Arbeitsplätze nicht über 60 unmittelbare Verbindungen in der HVSt zu gehen.

Im Vergleich dazu können nun die Fernbeamtinnen im Warteverkehr nicht mehr als 12 ··· 32 solche Verbindungen in der HVSt herstellen (siehe Abschn. B 2 und Abb. 8), d. i. im Mittel etwa 25. Die Leistungen im abgehenden Warte- und im Sofortverkehr stellen sich demnach annähernd im Verhältnis von $60 : 25 = 12 : 5$, und man kann zwecks Vereinfachung mit denselben Ersparnissen auch für den Ankunftsverkehr rechnen, weil auch dieser in den VMF-Ämtern von einer gemeinsamen Gruppe von Beamtinnen abgefertigt wird, obwohl, wie schon erwähnt, an einem solchen Platze bis 300 Verbindungen in der HVSt hergestellt werden können.

Wenn man nun alle diese Ersparnisse zusammenfaßt, die im Sofortverkehr durch das Arbeiten in großen Gruppen, durch die Vereinfachung der Fernvermittlung, ferner durch das Entfallen der Zettelverteilung und durch das Mehrfachzählen über die Meldeleitung bzw. durch das Vermeiden der besonderen Gesprächsbuchung erzielt werden können, so kann man mit einer gewissen Berechtigung annehmen, daß die Bedienungskosten im Sofortverkehr in Zukunft annähernd nur ein Drittel der entsprechenden Kosten im Warteverkehr betragen werden, ohne Rücksicht auf die sonstigen Verbesserungen, welche z. B. durch die Einführung der Fernwahl erreichbar sind.

3. Einfluß des VMF-Betriebes auf die Ferngesprächskosten.

Die Kosten eines Ferngespräches werden — wenn man von den Generalunkosten absieht — nur durch die Kosten der Fernleitungen, der Amtseinrichtungen einschl. Gebäude und durch die Personalauslagen beeinflußt. Die Kosten der Fernleitung und der Amtseinrichtung schließen dabei nicht nur den sogenannten Kapitaldienst mit den üblichen Abschreibungen, sondern auch die Instandhaltung ein. Sofern man nur die Gesamtkosten einer Sofort- und einer Warteverbindung vergleichen soll, kann das Problem dadurch bedeutend vereinfacht werden, daß die Amtseinrichtungskosten und die Verwaltungszuschläge unberücksichtigt bleiben. Ein VMF-Fernamt kostet nämlich annähernd ebenso viel wie ein Amt für gesonderten MF-Verkehr, und die Unkosten können in beiden Betriebsarten mit Recht in derselben Weise — d. i. durch einen bestimmten Prozentsatz der Gesamtselbstkosten — ausgedrückt werden.

Um festzustellen, unter welchen Bedingungen der Wartebetrieb bzw. der Sofortbetrieb billiger ist, genügt demnach ein Vergleich der Kosten der Fernleitung und der Bedienung. Bei solchen Untersuchungen kann es sich aber nicht um die Feststellung von irgendwelchen unverrückbaren Grenzen handeln, weil die örtlichen Verhältnisse zu verschieden sind. Die schwankende Verkehrsdichte bzw. die mittlere Stärke der Leitungsbündel, das Verhältnis zwischen Luft- und Kabelleitungen, der Vorrat an Reserveadern im Kabelnetz, ferner der Prozentsatz der unmittelbaren Verbindungen, das Maß der Belastung bzw. der Überlastung des Fernleitungsnetzes, gegebenenfalls auch die Überlastung der Ortsnetze, der Umfang der Benutzung der Fernleitungen für Doppelsprech- und andere Zwecke — alles dies beeinflußt die Gesprächskosten ganz beträchtlich, und die großen Schwankungen in den Materialpreisen und Gehältern in den Nachkriegsjahren machen das Problem ebenfalls nicht einfacher.

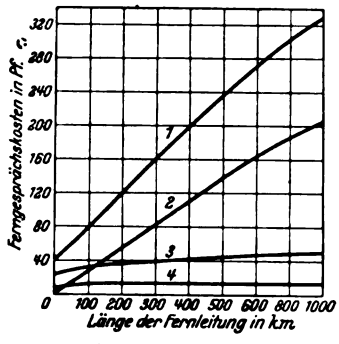
Wenn nun auch aus diesen Gründen keine allgemein gültigen Werte für die Kosten des Warteverkehrs im Vergleich zum Sofortverkehr festgelegt werden können, so ist es doch notwendig, daß man sich etwas eingehender mit dieser Frage beschäftigt, weil gerade in dieser Hinsicht die Ansichten der Fachleute stark auseinandergehen. Man kann auch schließlich behaupten, daß das Haupthindernis für die allgemeine Verbreitung des VMF- bzw. des Sofortverkehrs eben nur in der Furcht vor kostspieligen Netzverdichtungen zu suchen ist.

Wenn man nun die Anteile der Fernleitungs- und der Personalkosten im Sofort- und Warteverkehr untereinander vergleichen will, so ist es zuerst notwendig, die

Digitized by Google

Leistungen der verschiedenen Fernleitungen und der Beamtinnen in den beiden Betriebsarten zu ermitteln. Mit Hilfe dieser Werte und unter Berücksichtigung der tatsächlichen Fernleitungs- und Personalkosten in einem bestimmten Netz ist es dann möglich, verwendbare Vergleichswerte zusammenzustellen. Die Leistungen der Fernleitungen sind aber unter B 2 und diejenigen der Fernbeamtinnen in C 2 ermittelt worden, und es bleibt demnach nur übrig, die entsprechenden Werte für ein bestimmtes Verkehrsgebiet in irgendeiner Geldeinheit auszudrücken.

Für diese Zwecke kann man aber mit Vorteil das Reichspostgebiet zugrunde legen, weil es ein mitteldichtes Fernleitungsnetz besitzt, so daß man also gute Durchschnittswerte erhalten kann. Dieses Netz empfiehlt sich auch aus dem Grunde, weil über die entsprechenden Anteile der Ferngesprächskosten ziemlich vollständige Angaben veröffentlicht wurden. Die betreffenden Werte — enthalten im Arch. Post Telegr. 1927 und in dem Buche von Dr. Schreiber[6] — sind wohl z. Z. etwas veraltet, für Vergleichszwecke können sie aber ohne weiteres verwendet werden. Sie gelten sonst im allgemeinen für Netze, in welchen 70 ··· 75 % der Verbindungen über unmittelbare Leitungen hergestellt werden und in welchen die Gesamtlänge der Kabelleitungen schon etwas größer ist als diejenige der Luftleitungen.



1 Gesamtpreis eines Ferngesprächs einschl. Unkosten und Verdienst
2 Leitungskosten je Gespräch
3 Bedienungskosten (Personal) je Gespräch
4 Kosten der Amtseinrichtung nebst Gebäude je Gespräch

Abb. 14. Die Kosten eines Ferngesprächs mit Wartezeit (laut Angaben des Arch. Post Telegr. 1927, H. 5, S. 138).

Aus den Angaben des Archivs kann man zuerst ganz brauchbare Kostenkurven für den Warteverkehr zusammenstellen (Abb. 14), aus welchen besonders die wechselseitige Wirkung der Leitungs- und der Personalkosten gut zum Ausdruck kommt. Diese Kurven lassen nun den verhältnismäßig kleinen Anteil der Amtseinrichtungskosten an den Gesamtgesprächskosten besonders klar hervortreten und zeigen ferner, daß beim Nah-Fernverkehr die Bedienungskosten, beim Weitverkehr dagegen die Leitungskosten ausschlaggebend sind. Man ersieht aus den Kurven ebenfalls, daß die letzten zwei Werte bei etwa 125 km gleich groß sind, wie übrigens allgemein bekannt. Dieses Verhältnis stimmt nebenbei bemerkt auch mit den amerikanischen Ziffern.

Die Frage, welche nun auf Grund der Kosten- und der Leistungskurven gestellt werden kann, lautet demnach: Bei welchen Bündelgrößen bzw. bei welchen Längen der Fernleitungen halten sich die Leitungs- und die Personalkosten im Warte- und Sofortbetrieb das Gleichgewicht? — oder in anderen Worten: unter welchen Bedingungen ist die eine oder die andere Betriebsweise billiger? Wenn man aber diese Frage beantworten will, muß man untersuchen, wo die Scheidungsgrenze für die verschiedenen Leitungslängen und Bündelgrößen liegt, gesondert für 100, 200 km usw. In welcher Weise nun die benötigten Werte ermittelt werden können, wird an einem Beispiel gezeigt, und zwar für Fernleitungen von 400 km Länge, die bekanntlich im Warteverkehr in der Regel zu zwei an einem Arbeitsplatz angeschlossen werden.

Der Leitungskostenanteil eines Ferngesprächs im Warteverkehr beträgt für diese Länge nach der Kostenkurve (Abb. 14) 106 Pf und der Anteil an den Personalkosten 44 Pf — also zusammen 150 Pf, und zwar ohne Rücksicht auf die Größe des Bündels. Im Sofortverkehr können nun ⅔ der Personalkosten, d. i. rd. 29 Pf, erspart werden, und um diesen Betrag kann der Kostenanteil der Fernleitung bei dieser Betriebsart erhöht werden (also auf 135 Pf), bevor die betreffenden Gesamtgesprächskosten so groß sind wie im Warteverkehr. Man kann demnach im Sofortverkehr die Leistungsfähigkeit der Fernleitung entsprechend verringern, oder in anderen Worten, man kann mit der Bündelgröße heruntergehen, und es handelt sich nur darum, wieweit es im vorliegenden Falle geschehen darf.

[6] Siehe Schrifttumverzeichnis Nr. III.

Zu diesem Zwecke ist diejenige Bündelgröße herauszufinden, bei welcher die Fernleitungen im Sofortverkehr ebenso leistungsfähig sind wie Fernleitungen der erwähnten Länge im Warteverkehr. Die Größe des Bündels und demnach auch die Leistungsfähigkeit der zugehörigen Fernleitungen sind nachher soweit zu verringern, daß der Leitungskostenanteil im Sofortverkehr um 29 Pf steigt. Im gegebenen Falle kann man nun folgendermaßen vorgehen: Aus den Kurven in Abb. 8 ersieht man, daß die Fernleitungen bei Bündeln von 10 Leitungen in beiden Betriebsarten gleich leistungsfähig sind und daß sie dabei mit 47 Belegminuten in der HVSt belastet werden können. Vergleicht man nun versuchsweise ein Bündel von 10 Leitungen mit einem solchen von 6 Leitungen, beide im Sofortverkehr, so erkennt man, daß die Leistungsfähigkeiten der betreffenden Fernleitungen in einem Verhältnis von 47 : 37 zueinander stehen, entsprechend der Anzahl der Belegminuten, die in der HVSt über solche Leitungen abgewickelt werden können. Wenn man also den Kostenanteil einer Fernleitung aus einem Bündel zu 6 Leitungen im Sofortbetrieb ermitteln will, muß man den Kostenanteil der Leitung aus einem Bündel zu 10 Leitungen im Verhältnis von 47 : 37 erhöhen. Auf diese Weise erhält man als Leistungskostenanteil einer solchen Fernleitung: $106 \cdot \frac{47}{37} = 135$ Pf.

Die Gesprächskosten bei einer Fernleitung von 400 km sind demnach im Sofortverkehr und bei Bündeln von 6 Leitungen ebenso groß wie im Warteverkehr — hier aber natürlich ohne Rücksicht auf die Bündelgröße. In anderen Worten heißt das nun, daß bei 400 km Länge die Gesprächskosten im Warteverkehr bei Bündeln unter 6 Leitungen kleiner sind als im Sofortverkehr, daß aber bei Bündeln über 6 der Sofortverkehr im Vorteil ist.

Man kann nun ähnliche Grenzen auch für die übrigen Fernleitungslängen festlegen und findet, daß die Gesamt-Gesprächskosten im Warteverkehr im Durchschnitt nur in folgenden Fällen kleiner sind als im Sofortverkehr:

1. bei Bündeln von 1 Fernleitung und Längen über 100 km
2. „ „ „ 1 ··· 2 „ „ „ „ 150 „
3. „ „ „ 1 ··· 3 „ „ „ „ 200 „
4. „ „ „ 1 ··· 4 „ „ „ „ 300 „
5. „ „ „ 1 ··· 5 „ „ „ „ 400 „
6. bei allen Bündelgrößen und Längen über 500 km.

In allen anderen Fällen ist dagegen der Sofortbetrieb billiger.

Mit Rücksicht auf die verhältnismäßig kleinen Kostenunterschiede zwischen Bündeln der nächstfolgenden Größe sollte man demnach — vom wirtschaftlichen Standpunkt betrachtet — nur folgende Arten der Fernleitungen während der HVSt mit Wartezeit betreiben:

a) Bündel von 1 Fernleitung über 100 km Länge
b) „ „ 1 ··· 2 „ „ 200 „ „
c) „ „ 1 ··· 3 „ „ 300 „ „
d) „ „ 1 ··· 4 „ „ 400 „ „

außerdem alle Bündelgrößen über 500 km Länge.

Dies gilt natürlich nur dann, wenn die SA-Ämter für die Abwicklung des Sofortverkehrs richtig ausgebaut sind.

Schrifttum III.

1. Schreiber, Bau neuer Fernämter; Verlag J. Schreiber, München, Rosental 6 (1924).
2. Die neue Fernsprechordnung, Arch. Post Telegr. 1927, H. 5, S. 113.
3. Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens Bd. 1, S. 464.
4. A. Lehmann, Ferngesprächstarif und Tagesverkehrskurve, Techn. Mitt. schweiz. Telegr.- u. Teleph.-Verw. 1930, H. 4.
5. Schreiber, Die Wirtschaftlichkeit des Netzgruppensystems in Bayern.
6. Wittiber, Die Grundlagen des Fernsprechtarifs: Post- und Telegraphie in Wissenschaft und Praxis Bd. 28. R. v. Deckers Verlag, Berlin 1926.
7. Hebel, Selbstanschlußtechnik. Verlag Oldenbourg, München 1928.
8. Die Maßnahmen der T. & T.-Verwaltung zur Verbesserung der finanziellen Ergebnisse 1922···1929, Techn. Mitt. schweiz. Telegr.- u. Teleph.-Verw. 1930, H. 6.

4. Einfluß des VMF-Betriebsverfahrens auf die SA-Systeme.

Diese Frage ist eigentlich schon vorher berührt worden, und es ist demnach nur notwendig, diejenigen Bedingungen übersichtlich aufzuzählen, welche die SA-Systeme erfüllen müssen, damit sie im VMF-Betrieb gute Dienste leisten können und damit die Nummerprüfung überflüssig wird. Diese Merkmale sind — abgesehen von der Fernamtstrennung, welche besonders besprochen wird — kurzgefaßt folgende:

a) Die Meldeleitungen müssen für eine Vielfachbetätigung der Teilnehmerzähler eingerichtet sein, damit Fernverbindungen mit dem Hörer am Ohr hergestellt werden können, ohne daß die Richtigkeit der Nummernangabe des rufenden Teilnehmers überprüft zu werden braucht.

Digitized by Google

b) Die Fernvermittlungsleitungen brauchen nicht unbedingt für dieses Vielfachzählen eingerichtet werden, weil derjenige Teil des Fernverkehrs, der über diese Leitungen abgewickelt wird, auch mit Hilfe der Gesprächszettel verrechnet werden kann. Die Möglichkeit eines Mehrfachzählens auch für diese Art der Leitungen ermäßigt aber ebenfalls sowohl die Kosten der Bedienung als auch die Kosten der Gebührenverrechnung.

c) Die Meldeleitungen sollen gleichzeitig so eingerichtet werden, daß der rufende Teilnehmer das Schlußzeichen am VMF-Platze durch die Bewegung des Hakenumschalters betätigen kann, ohne daß dabei seine Verbindung zu diesem Platze zusammenfällt (sog. Trennverhinderung).

d) Die Fernvermittlungsleitungen sollen im VMF-Verkehr ferner so angeordnet werden, daß der rufende Teilnehmer erst dann von der Fernbeamtin gerufen zu werden braucht, wenn die entfernte Stelle geantwortet hat.

Diese Einrichtung ist zwar nicht unbedingt nötig, wenn aber das selbsttätige Wecksignal nicht unter der Kontrolle der Fernbeamtin bleibt, wird der rufende Teilnehmer schon bei der Vorbereitung der Fernverbindung gerufen. Wenn er nun antwortet, muß ihn die Beamtin in diesem Falle vorerst zum Wiederaufhängen auffordern und dann später im richtigen Augenblick nochmals anrufen. Die Verhinderung des selbsttätigen Weckens ist eigentlich nur beim Warteverkehr erwünscht. Da aber im Sofortverkehr ein Teil der Verbindungen — z. B. die „Besetzt" oder „Antwortet nicht" — auch über Fernvermittlungsleitungen hergestellt werden muß, so gehört dieses wünschenswerte Merkmal ebenfalls an diese Stelle.

e) Die Meldeleitungen müssen ferner so ausgerüstet sein — sofern sie für den Aufbau der Fernverbindung mitverwendet werden sollen—, daß die VMF-Beamtin den rufenden Teilnehmer wecken kann im Falle, daß er den Hörer aufgehängt hat. Dies ist im Sofortverkehr oft notwendig, z. B. wenn die VMF-Beamtin wegen vorübergehender Belegung der verlangten Fernleitungen oder des verlangten Teilnehmers den rufenden Teilnehmer vorerst verabschieden muß, dabei aber seine Leitung über die Meldeleitung so lange besetzt hält, bis sie ihn zurückrufen kann.

5. Die Bevorzugung der Ferngespräche im VMF-Betrieb und der Einfluß der Fernamtstrennung auf die Ortsamts-Einrichtungen.

Die Praxis der verschiedenen Telephonverwaltungen in bezug auf das Trennen oder Nichttrennen der Ortsverbindungen zugunsten der Ferngespräche ist höchst verschieden: entweder haben die Ferngespräche überhaupt kein Vorzugsrecht — wie z. B. in Amerika, Frankreich, Spanien und Belgien —, oder sie haben ein solches, oft aber nur beschränkt — wie z. B. in Deutschland und in den mitteleuropäischen Staaten, oder es besteht die Möglichkeit, das Ferngespräch dem im Ortsverkehr sprechenden Teilnehmer anzubieten, welcher die neue Verbindung annehmen oder zurückweisen kann — wie man es z. B. in England macht und wie es in neuerer Zeit auch am europäischen Festland an verschiedenen Stellen versuchsweise eingeführt wurde.

Aus dieser Gegenüberstellung ist aber schon ersichtlich, daß es oft nicht technische oder Betriebsgründe gewesen sein konnten, welche die einzelnen Verwaltungen zur Verwendung irgendeines dieser Verfahren bestimmt haben, sondern daß dabei eher psychologische und taktische Gesichtspunkte entscheidend waren.

Man könnte zwar behaupten, daß das Bedürfnis für die Fernamtstrennung in solchen Ortsnetzen stärker gefühlt wird, in welchen die Zahl der Vielsprecher bzw. der Prozentsatz der Belegtfälle im Fernverkehr hoch ist (s. B 1). Dies trifft aber im allgemeinen nicht zu, und es gibt in Europa Verwaltungen, die nie Fernamtstrennung angewendet haben, obwohl in ihren Ortsnetzen der Prozentsatz der Besetztfälle sehr hoch ist.

Eine solche Beeinflussung durch überlastete Ortsnetze ist auch sonst nicht gut möglich, weil die Prozentsätze der Belegtfälle in den einzelnen Ortsämtern desselben Verkehrsgebietes ganz verschieden sein können. Als ein Beispiel werden die Werte von fünf wichtigsten Städten eines Mittelweit-Verkehrsgebietes angeführt, wo früher Fernamtstrennung üblich war:

Anzahl der Teilnehmerleitungen	Prozentsatz der Belegtfälle in der HVSt		
	ortsbelegt	fernbelegt	zusammen
41 000	3,5	5,9	9,4
24 000	0,8	3,7	4,5
42 000	0,8	2,2	3
9 000	2	1,9	3,9
11 000	2,3	1	3,3

Aus dieser Zusammenstellung kann man nun zuerst das überraschende Übergewicht der Fernamt-Besetztfälle im Vergleich zu den Ortsbelegungen feststellen (im Verhältnis bis 3,7 : 0,8, d. i. 9 : 2), außerdem fallen die großen Gesamtschwankungen in ähnlichen und nahegelegenen Fernämtern auf. Im allgemeinen kann man jedenfalls annehmen, daß sich die Gesamtanzahl der Besetztfälle im Fernvermittlungsverkehr in der HVSt zwischen 3 und 21 % bewegen kann.

Diese verschiedenen Belegungsziffern können auch teilweise die Tatsache erklärlich machen, warum z. Z. vielleicht keine europäische Fernsprechverwaltung mit der von ihr gewählten Lösung der Vorzugsfrage von Ferngesprächen ganz zufrieden ist, obwohl dieser Umstand hauptsächlich für das Trennverfahren gilt. Es ist deshalb notwendig, sich zuerst etwas eingehender mit diesem strittigen und wichtigen Problem zu befassen, bevor man über die Einwirkung des Vorzugsrechtes auf die VMF- und auf die Ortsämter urteilen kann. Zu diesem Zwecke empfiehlt es sich aber zuerst, die kennzeichnenden Merkmale der drei erwähnten Betriebsarten übersichtlich zusammenzustellen.

a) Fernamtstrennen (Toll-breakdown): Die Trennung einer Ortsverbindung zugunsten eines Ferngespräches ist am wirksamsten, wenn sie von der Fernbeamtin gesteuert wird. Die Benachrichtigung bzw. Trennung des Ortsgespräches von der Fernvermittlungsbeamtin selbst ist nicht zu empfehlen, weil dies nicht schnell genug zum Ziele führt. Noch weniger ist die Mithilfe der Teilnehmer selbst erwünscht: Man kann sie zwar auffordern, die Hörer zuerst aufzuhängen, und diese Lösung vereinfacht wohl die Amtseinrichtungen — eine solche Maßnahme führt aber nicht rasch und manchmal sogar überhaupt nicht zum Ziele und kann hier daher ferner unberücksicht bleiben.

Als Vorteile der Fernamtstrennung kann man nun anführen:

1. Die Fernleitungen werden besser ausgenutzt, weil sie nicht durch das Warten auf das Freiwerden der verlangten Teilnehmerleitung unnötig besetzt gehalten werden brauchen.

Dieser Umstand wird gewöhnlich als Hauptgrund für die Fernamtstrennung ins Feld geführt, obwohl der Vorteil einer solchen Maßregel beim Vorbereitungsbetrieb — welcher doch ein Hauptmerkmal der alten Fernämter mit gesondertem MF-Verkehr bildet — nicht so recht ersichtlich ist. Der Sofortverkehr könnte dagegen mehr Vorteil aus der Fernamtstrennung ziehen, weil wartezeitlose Verbindungen nicht vorbereitet werden können — wenn auch in diesem Falle nur der verlangte Teilnehmer besetzt gefunden werden kann.

2. Der rufende Teilnehmer erhält mit Hilfe der Fernamtstrennung eine Verbindung schneller als sonst. Dieser Vorteil kommt aber beim Warteverkehr — mit Ausnahme der dringenden und der Blitzgespräche sowie beim Durchgangsverkehr — nicht wirksam zum Ausdruck; beim VMF-Verkehr könnte dagegen die Zahl der Zug um Zug hergestellten Verbindungen auf diese Weise merklich erhöht werden, weil die „Besetztfälle" miterledigt werden könnten.

3. Man kann auch behaupten, daß die Beamtin bei der Fernamtstrennung an Arbeit sparen kann. Dieser Vorteil ist aber besonders beim Vorbereitungsverkehr strittig, weil der Trennungsvorgang ebenfalls mit Zeitverlust verbunden ist.

4. Die Teilnehmer können ihre Apparate bis zum Beginn des Ferngespräches benutzen, weil es unter diesen Umständen nicht nötig ist, die Fernverbindung vorzubereiten. Für den rufenden Teilnehmer ist diese Gebrauchsmöglichkeit ebenfalls gegeben, wenigstens in der Theorie. Meistens hütet sich aber ein wartender Teilnehmer womöglich ein neues Ortsgespräch anzufangen, weil er Gefahr läuft, daß er dabei unterbrochen wird. Für den ankommenden Ortsverkehr bleibt der Weg immerhin frei. Man kann aber behaupten, daß dieser Vorteil nicht besonders ins Gewicht fällt, und zwar mit Rücksicht auf die verhältnismäßig kurze Zeit einer solchen Blockierung.

5. Wenn die Fernbeamtin die Möglichkeit hat, ein Ortsgespräch zu trennen, braucht sie nicht die Fernverbindungen vorzubereiten, so daß man auf diese Weise die Anzahl der Fernvermittlungsleitungen niedrig halten kann. Im Vorbereitungsverkehr wird natürlich die Belegzeit solcher Leitungen für jede Verbindung höher. Dies ist wohl der einzige unbestrittene Vorteil der Fernamtstrennung, es ist aber jedenfalls fraglich, ob das Sparen an dieser Stelle richtig ist (siehe C 8).

Als Nachteil dieses Vorzugsrechtes kann man dagegen erwähnen:

Digitized by Google

6. Das Trennen eines Ortsgespräches zugunsten einer Fernverbindung ist unter allen Umständen als eine Gewaltmaßregel zu betrachten. Oft wird eine wichtige Ortsverbindung gegen eine unwichtige Nah-Fernverbindung getrennt, und die Teilnehmer werden dadurch verärgert. Die Belästigung ist besonders bei demjenigen über das Ortsamt sprechenden Teilnehmer groß, für den das betreffende Ferngespräch nicht bestimmt ist, und dieser Mißstand kann durch keine technischen Mittel beseitigt werden.

7. Die besonderen Einrichtungen, welche das Trennen eines Ortsgespräches ermöglichen, sind ziemlich kostspielig, sofern die Fernvermittlungsleitungen nicht mit Handbedienung betrieben werden. Es müssen nämlich zu diesem Zwecke entweder besondere zahlreiche Fernleitungswähler oder vereinigte Fern- und Ortsleitungswähler verwendet werden, die alle verhältnismäßig teuer sind. Aus diesem Grunde allein hat man sogar oft handbetriebene statt automatische Fernvermittlungsleitungen vorgesehen, obwohl eine Verwendung von Beamtinnen in einem SA-Amt nicht in den Rahmen dieser Systeme paßt und auch mit dem Zukunftsverkehr — welcher nur eine Beamtin für die Herstellung einer Fernverbindung zuläßt — nicht in Einklang zu bringen ist.

8. Sobald den Ferngesprächen Vorzug vor den Ortsverbindungen gegeben wird, ist man auch schon genötigt, etwas Ähnliches für die Vororts- bzw. Nahverkehrsgespräche zu tun. Auf diese Weise erhält man gleich drei Rangklassen von Verbindungen, die mit verschiedenartigen Vorrechten ausgestattet sind. Dies führt aber schon zu schaltungstechnischen sowie auch betriebstechnischen Schwierigkeiten, die nicht leicht zu beseitigen sind.

9. Sobald ein Orts- oder Nah-Ferngespräch zugunsten einer Fernverbindung getrennt wird, verfällt natürlich die aufgerechnete Orts- bzw. Nah-Ferngebühr. Man kann nun diese Beträge zurückerstatten oder dem Teilnehmer erlauben, ein Ersatzgespräch kostenlos zu führen; alle solche Maßnahmen sind aber zu umständlich, und es ist daher sogar vorteilhafter, dem Teilnehmer klarzulegen, daß ein solcher Zufallsverlust aus Betriebsrücksichten getragen werden muß.

b) Die Vorteile und Nachteile des Anbietens (toll-offering) einer Fernverbindung sind — was die Kosten anbelangt — dieselben wie bei der Fernamtstrennung, weil die Fernleitungswähler auch in diesem Falle für eine Trennmöglichkeit eingerichtet werden müssen. Man kann nämlich auch in diesem Falle den Teilnehmer nicht zwingen, daß er durch Einhängen des Hörers bei der Trennung mithilft.

Beide Betriebsverfahren stimmen auch in der Hinsicht überein, daß sie eigentlich beim Vorbereitungsverkehr entbehrt werden können, und daß sie nur für den Sofortverkehr von Vorteil sein könnten. Dagegen entfällt beim Anbieten das Merkmal der Gewaltmaßregel, welche der Fernamtstrennung anhaftet. Auf der anderen Seite kommt aber ein Mißstand hinzu, daß nämlich das Anbieten der Fernverbindungen oft zu langwierigen Auseinandersetzungen führt, weil die ortsprechenden Teilnehmer zuerst recht schnell das Ortsgespräch zu Ende führen wollen und während dieser Zeit die Fernleitung unnütz belegt bleibt. Eine gewisse Belästigung der Teilnehmer kann demnach auch beim Anbotverfahren nicht vermieden werden. Im allgemeinen kann man nun sagen, daß das Anbotverfahren für die Teilnehmer zwar annehmbar ist, daß ferner die Mehrkosten für diese Einrichtung ebenso schwerwiegend sind wie bei der Fernamtstrennung, daß aber die glatte Trennung schneller zum Ziele führt als das Anbieten.

c) Bei der ortsmäßig hergestellten Fernverbindung, d. i. einer solchen, die im Besetztfalle ohne Anbieten und ohne Fernamtstrennung zustande kommt, besteht der Hauptvorteil darin, daß die Teilnehmer auf keine Weise verärgert oder belästigt werden, so daß die angefangenen Gespräche ohne irgendwelche Unterbrechung beendigt werden können. Auf diese Weise gehen auch für die Teilnehmer keine Ortsgebühren verloren.

Als Nachteile kommen dagegen in Betracht:

1. Schlechtere Ausnutzung der Fernleitungen: Dies betrifft aber eigentlich, wie schon erwähnt, nur den Sofortverkehr, wogegen der Unterschied bei Warteverbindungen, die in der Regel vorbereitet werden, nur unbedeutend ist.

2. Im Besetztfalle wird die Herstellung der Fernverbindung gegebenenfalls verzögert.

3. Die Fernbeamtinnen werden durch diese Betriebsweise etwas mehr belastet. Dies gilt aber wieder nur bei wartezeitlosen Verbindungen, die nicht vorbereitet werden können.

4. Die Anzahl der Fernvermittlungsleitungen muß mit Rücksicht auf die Vorbereitung erhöht werden.

Man kann daher zusammenfassend sagen, daß es erstens überhaupt kein Betriebsverfahren geben kann, welches eine Fernverbindung ohne Verzug mit einer besetzten Teilnehmerleitung herstellt, ohne daß die Teilnehmer verärgert oder behelligt werden; daß ferner die Betriebsschwierigkeiten und Mehrkosten, welche durch das Vorzugsrecht der Fernverbindungen und das Anbieten erwachsen, besonders groß in Verbindung mit SA-Ämtern ohne Fernvermittlungs-Beamtinnen sind, und daß schließlich der Sofortverkehr eher einen Vorteil aus der Fernamtstrennung bzw. aus dem Anbotverfahren ziehen könnte als der Warteverkehr.

Trotzdem kann man für die VMF-Ämter ohne weiteres auf die Fernamtstrennung sowie auf das Anbotverfahren verzichten und die Fernverbindungen mit besetzten Teilnehmern ortsmäßig ausführen lassen, obwohl dies nicht so rasch zum Ziele führt wie die anderen Verfahren, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil es das kleinere Übel vorstellt und außerdem einfach und billig ist.

Es kann nun bei dieser Gelegenheit noch erwähnt werden, daß die umfangreichere Benutzung der Fernwahl und die damit zusammenhängende Erleichterung der Fernbeamtinnenarbeit sowie auch die Vermehrungen der Teilnehmerleitungen für die Vielsprecher in Zukunft viel zur Verbesserung dieser einfachen Betriebsweise beitragen werden. *(Schluß folgt.)*

Die Wasserkräfte des französischen Zentralmassivs.

Unter den natürlichen Energiequellen Frankreichs beanspruchen die Wasserkräfte des Massif Central einen Hauptanteil[1]. Dieses Mittelgebirge lagert sich herzförmig vom Westufer der Rhone in der Linie Lyon bis Mittelmeer, Carcassonne, Albi, Limoges, Montluçon, Mâcon—Lyon und ist in seinem westlichen Bereich, etwa vom Einschnitt bei Clermont-Ferrand an bis Limoges, außerordentlich reich an Wasserläufen mit erheblichen Gefällen und Talformen, die den Bau sehr fassungskräftiger Talsperren begünstigen. Die aus diesen Gebieten zu gewinnende elektrische Energie beläuft sich auf rd. 3,5 Mrd kWh im Jahre und stützt sich auf eine Wasserführung, die etwa ¾ ihres Jahresbetrages im Winterhalbjahr liefert, d. h. umgekehrt wie diejenige des Alpengebiets, wo die den Gletschern entstammenden Flüsse vorwiegend Vorsommer-Hochwasser zeigen. In Abb. 1 sind die in Betracht kommenden Wasserläufe nebst den fertigen (stark schraffiert) und geplanten Kraftwerken (schwach punktiert) angegeben. Vom Hochland von Millevaches fließen fächerförmig folgende Flußsysteme in die Ebene:

1. Gegen die Loire zu: die Vienne mit dem Taurion, in dessen Tal bei La Roche-Thalanne ein Staubecken für das Werk La Salesse angelegt ist. Unterhalb liegt bei St. Marc eine weitere Anlage, beide zu der Stromversorgung des Industriegebiets Haute-Vienne beitragend.

2. Die Creuse mit dem Großwerk Eguzon (Indre). Ein Staubecken von 30 Mill m³ für ein Nutzgefälle von 59 m versorgt hier 5 Generatoren von je 12 500 kVA, 10,5 kV, die auf 2 Umspanner je 24 000 kVA, 10,5/90 kV, arbeiten. Die mittlere Jahresleistung ist 110 Mill kWh.

3. Der Cher mit der Tarde, an deren Zusammenfluß bei Teillet-Argenty, südlich Montluçon, eine 45 m hohe Talsperre für 40 Mill m³ Staumenge angelegt ist.

4. Die Flüsse Sioulet und Sioule, die als Sioule in den Allier münden. Hier bestehen die Werke Garachons, les Fades und Queuille. Von größerer Bedeutung sind indessen die Zuflüsse, die gegen Süden vom Millevaches-Hochland kommen und durchweg zum Einzugsgebiet der Dordogne gehören. Zu nennen sind hier (Abb. 2): Die Anlage am Chavanon, die oberhalb des Werks La Cellette das schluchtartige Tal abschnürt. Die 1936 fertige Anlage, die der Paris—Orléans-Bahn (P-O) gehört, nutzt ein Gefälle von 77 m aus, staut 150 Mill m³ und führt mittels 3 Rohrleitungen das Wasser zu 3 Generatorgruppen, je 17 640 kVA, 12 kV, die auf je einen etwa gleichstarken Umspanner, 12/90 kV, arbeiten. Die mittlere Jahresleistung wird 23 Mill kWh betragen. Am Zusammenfluß von Chavanon und Dordogne, bei Singles, ist von der P-O eine zweite Anlage geplant und eine dritte soll bei Bort angelegt werden, nahe dem Beginn des großen, 32 Mill m³ fassenden Staubeckens für das 1935 in Betrieb kommende Großwerk Marèges. Marèges, unterhalb eines kleineren Werkes Roche le Peyroux gelegen, wird etwa 128 000 kW und 325 Mill kWh jährlich liefern. 4 Generatoren, je 37 500 kVA, 12 kV, arbeiten auf 2 Umspanner, je 24 000 kVA, 12/90 kV, und einen für 37 500 kVA,

[1] Génie civ. Bd. 101, S. 1 (1932).

Digitized by Google

12/220 kV. Flußabwärts sind die Anlagen von l'Aigle, das über rd. 34 000 kW, und von Chambon, das über rd. 20 000 kW Normalleistung verfügen wird, vorgesehen.

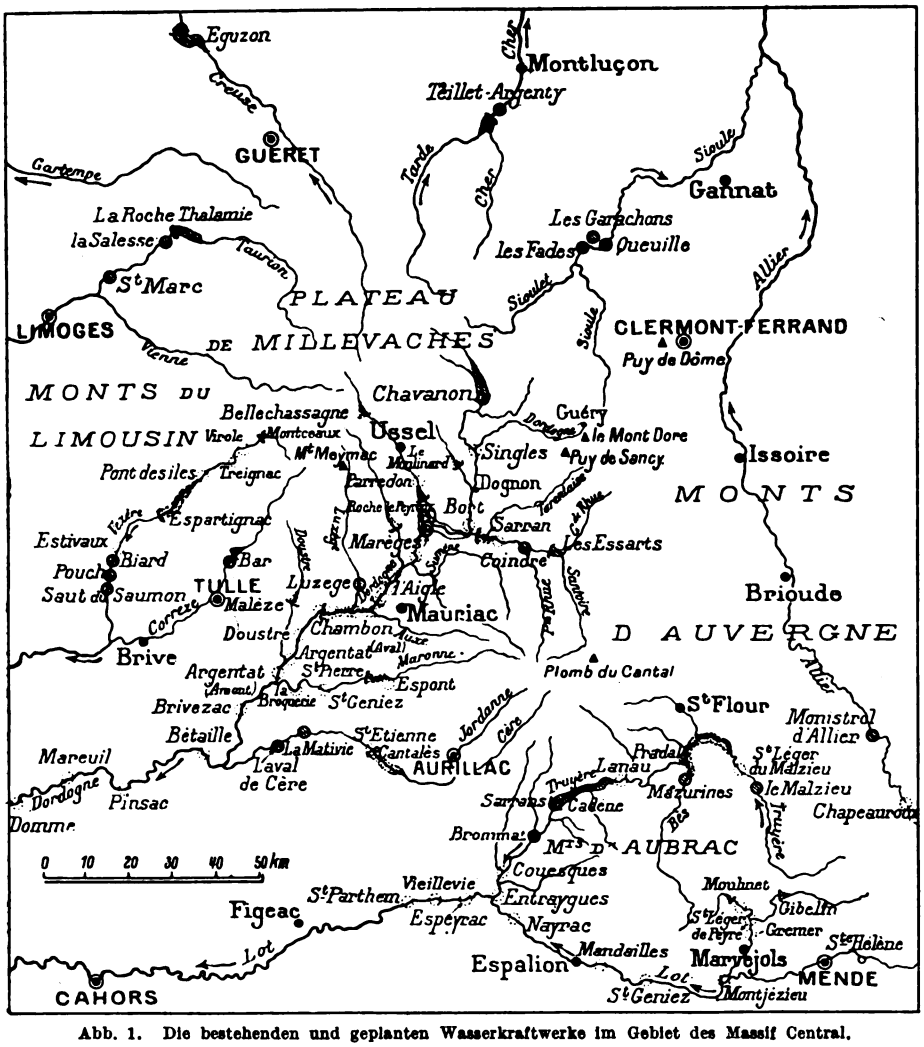


Abb. 1. Die bestehenden und geplanten Wasserkraftwerke im Gebiet des Massif Central.

Erwähnt seien ferner die Werke von Doustre, Argentat-Aval/Amont, Brivezac, Bétaille, Pinsac und Mareuil nach Abb. 1. In Abb. 2 sind noch die Werke an der Rhue angegeben. Das Großwerk Coindre benutzt die vereinigten Wassermengen der kleinen Rhue und eines Sammelbeckens, das von den Flüssen Große Rhue und Santoire aufgefüllt wird, und verarbeitet ein Einzugsgebiet von 550 km². Bei 24 000 kW Einbauleistung werden etwa 100 Mill kWh jährlich verfügbar sein. 3 Generatoren, je 9500 kVA, 5,5 kV, arbeiten auf 3 Umspanner, 5,5/90 kV von annähernd gleicher Leistung.

Bei Aurillac am Cère finden sich weitere kleinere Werke, teils fertig, teils im Bau. Bemerkenswert ist der südöstlich von Aurillac in den Lot fließende Truyère-Fluß, der die Großwerke Sarrans (102 000 kW) und das unterirdisch angelegte Werk Brommat (175 000 kW) speist (Abb. 1). Brommat hat seitens der Truyère ein Einzugsgebiet von 2400 km², seitens der Bromme ein solches von 125 km², bei insgesamt nur 0,8 Mill m³ Stauinhalt. Immerhin werden jährlich 800 Mill kWh berechnet, die von 6 Maschinensätzen, je 32 500 kVA, 15 kV, geliefert werden. 6 Umspanner 15/220 kV und einer 15/150 kV, sämtlich je 33 000 kVA, sind die Verbindungsglieder für die Einordnung der Anlage in die allgemeine Landes-Stromversorgung.

Diese Einordnung, unter der sämtliche Werke des Massif Central gesehen werden, bezweckt vorerst hauptsächlich die Stromlieferung nach Paris. Bei den dortigen Wärmekraftanlagen hat sich die Wasserführung der Seine insofern als mangelhaft erwiesen, als im Sommer dieser Fluß nicht genügend Kühlwasser für die großen Kondensanlagen liefert. Somit ergab sich die Aufgabe, einen engen Zusammenschluß von Wärme- und Wasserkraftwerken zu schaffen, wobei sich fernerhin eine erhebliche Verbilligung der Erzeugungskosten errechnet und damit ein Anreiz für den erwünschten Mehrverbrauch gegeben ist. Bei den großen Staubecken des Massif Central, dessen Anlagen überdies mit sehr großen Generatoreneinheiten bestückt werden, eignen sich diese Werke vorzüglich als Spitzenwerke. Möglicherweise lassen die großen Maschinen die ganze Tagesleistung auf wenige Stunden zusammendrängen. Eguzon versorgt Paris allgemein, die Werke der P-O: Coindre, La Cellette und Marèges versorgen die Bahnstrecke Paris—Vierzon, sämtlich mit 90 kV. Dieses Netz wird sich nach Erweiterung der bestehenden Strecken der P-O von Vierzon nach Brive und von Orléans nach Tours längs der Loire hin erstrecken. Das 220 kV-Netz, augenblicklich rd. 100 000 kW übertragend, späterhin auf 260 000 kW ausgebaut, geht von Eguzon nach Chaigny bei Orléans und verbindet ferner den zukünftigen Energie-Verteilpunkt Marèges des Dordogne- und Truyèregebietes mit Chevilly bei Paris. Später wird Eguzon mit Nantes und dem Westen Frankreichs verbunden.

Der großangelegte Fernkraftplan Frankreichs, mit Unterstützung der Regierung unternommen, sieht ferner die Verkopplung des Massif Central mit dem Alpengebiet vor, um einen weiteren Ausgleich der verschiedenen Wasserführungen herbeizuführen. Die Verbindungsleitung würde wichtige industrielle Verbrauchszentren, wie Lyon und St. Etienne, berühren. Bevor jedoch alle diese Pläne verwirklicht werden, wird unter den augenblicklichen wirtschaftlichen Verhältnissen noch geraume Zeit vergehen.

Mal.

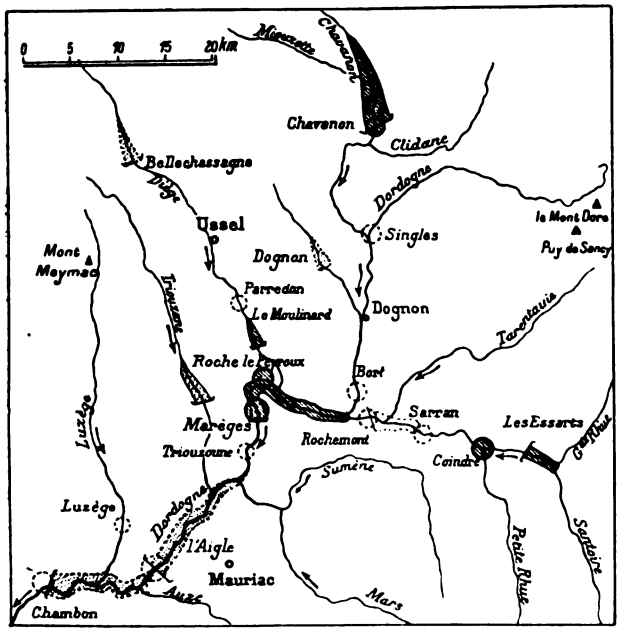


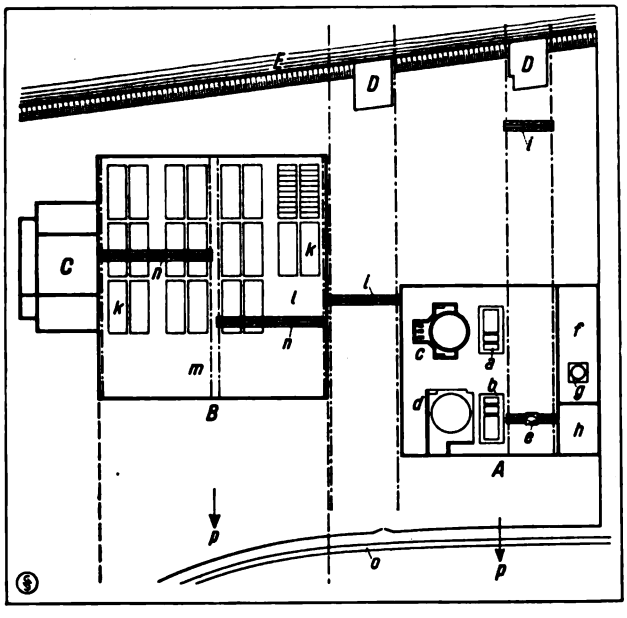
Abb. 2. Kraftwerke an der oberen Dordogne und ihren Nebenflüssen.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Chemie.

Die elektrolytische Kupfergewinnung, insbesondere der Zinnwerke Wilhelmsburg G. m. b. H. zu Harburg-Wilhelmsburg. — Die Gewinnung des Kupfers kann mit Hilfe unlöslicher Anoden (Entkupferung von Lösungen) oder mit Hilfe löslicher Anoden (Raffinationsverfahren) erfolgen[1]. Das Verfahren mit Hilfe unlöslicher Anoden dient heute zumeist der Entkupferung von Lösungen, die vom Laugen kupferhaltiger Erze stammen. Die Elektrolyse wird hierbei unter anodischer Regenerierung des Laugungsmittels durchgeführt, das zur Laugerei zurückgeht.



A Ofenhaus *B* Elektrolysehalle *C* Maschinen- und Transformatorenräume, Büros, Laboratorium, Waschräume *D* Verladebrücke *E* Kanal

a Anodenflammofen	*k* Bäderblöcke
b Kathodenflammofen	*l* Raum für Elektrodenvorbereitung
c Anodengießmaschine	*m* Raum für Elektrodenzufuhr, Abfuhr und sonstige Arbeiten
d Wire-Bars-Gießmaschine	*n* Laufkrane für die Elektrolyse
e Beschickungskran für die Öfen	*o* jetziges Industriegleis
f Maschinenhaus	*p* Richtung der vorgesehenen Erweiterung
g Schornstein	
h Magazin	
i Hofkrane	

Abb. 1. Lageplan der Kupferelektrolyse der Zinnwerke Wilhelmsburg G. m. b. H. zu Harburg-Wilhelmsburg.

Vom heutigen Standpunkt aus ist das Verfahren der Laugung der Kupfererze zumeist nur an dazu geeignete, örtlich begrenzte Erzvorkommen geknüpft, die in Chile, in Nordamerika sowie in einigen Teilen von Afrika vorhanden sind. Mit Hilfe unlöslicher Anoden lassen sich allerdings auch die Ablaugen gewisser Fabrikbetriebe entkupfern. Von allen elektrolytischen Kupfergewinnungsanlagen der Welt arbeiten aber heute nur 9 % auf direkte elektrolytische Erzverarbeitung.

Das Hauptanwendungsgebiet der Kupferelektrolyse ist die Raffination unreinen sog. Schwarzkupfers mit einem Kupfergehalt von durchschnittlich rd. 99 %. Man gießt das Schwarzkupfer zunächst zu Platten von etwa 30 mm Dicke und hängt diese als Anoden in die elektrolytischen Bäder ein. Das Kupfer scheidet sich auf gegenüberstehenden dünnen Kupferblechen, die als Kathoden dienen, in reiner Form ab, während die Verunreinigungen teils im Elektrolyten gelöst bleiben, teils, wie z. B. die Edelmetalle, einen Anodenschlamm am Boden der Bäder bilden. Den meisten der heutigen Anlagen liegt die Multiplenschaltung der Elektroden im Bade zugrunde, d. h. die Parallelschaltung aller Anoden bzw. aller Kathoden je Bad. Die Stromstärke der heutigen Kupferelektrolysebäder ist bei rd. 10 000 A je Bad angelangt. Als Beispiel neuerer Anlagen mag die heutige Leistung der Anlagen der V. S. Amerika angeführt werden, von denen die größte Anlage täglich rd. 890 t, die kleinste täglich immerhin noch rd. 250 t Kupfer erzeugen kann.

Die neue Anlage für Kupferelektrolyse der Zinnwerke Wilhelmsburg G. m. b. H. zu Harburg-Wilhelmsburg bei Hamburg besteht, wie Abb. 1 zeigt, aus einer sog. Raffinierhütte (Ofenhaus) mit 2 Kupferraffinieröfen und Gießmaschinen zum Gießen der Anodenplatten und zum Umschmelzen der Kathoden und Gießen von Drahtbarren und ferner dem eigentlichen Elektrolysegebäude. Die eigentliche Elektrolyse wurde nach den Plänen der Abteilung für Elektrochemie der Siemens & Halske AG. und insbesondere nach den Angaben von G. Eger errichtet. Die Ausführung des Baues und insbesondere der Tiefbauarbeiten lag in den Händen der Siemens-Bau-Union G. m. b. H., Berlin-Siemensstadt. Die Elektrolyse erzeugt täglich 50 t Kupfer, und eine Erweiterung auf 150 t täglich war vorgesehen.

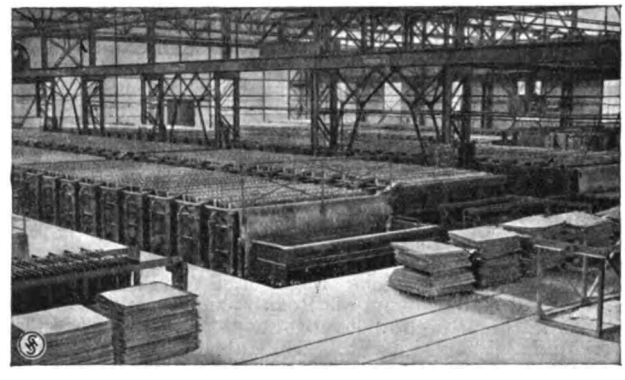


Abb. 2. Teilansicht der Bäderhalle der Kupferelektrolyse der Zinnwerke Wilhelmsburg. 220 Bäder für je 10 000 A.

Die Anlage enthält ferner 220 elektrolytische Bäder zu je 10 000 A Stromstärke (Abb. 2). Mit dieser Badgröße gleicht die Anlage den großen neuzeitlichen amerikanischen Kupferraffinerien und enthält ferner die größten Bäder aller heutigen deutschen Anlagen. Die Elektrolysenhalle dieser Anlage beträgt 54 · 50 m, der umbaute Raum 35 400 m³. Zur Stromerzeugung dient ein Motorgenerator. Der Generator dieser Maschine wurde für 10 000 A sowie 585 U/min gebaut und besitzt 2 Kommutatoren. Der Antriebsmotor ist unmittelbar an 10 000 V angeschlossen.

Die Bleche, die später im Bade als Kathoden zum Zwecke der Kupferabscheidung dienen, werden in der Anlage dadurch selbst hergestellt, daß man einen Kupferniederschlag auf 3 mm dicken Kupferkathoden erzeugt und diesen Niederschlag als 0,5 mm dickes Blech alle 24 h außerhalb der Bäder abzieht. Die so erhaltenen Bleche werden dann mit Aufhängestreifen vernietet und als Kathodenbleche in die Bäder gehängt. Die Aufarbeitungsdauer einer 3 cm dicken Anode beträgt rd. 28 Tage. Während dieser Zeit findet ein dreimaliger Kathodenwechsel statt. Die Kathoden werden teils als solche für Herstellung von Legierungen verkauft, zum größten Teil aber in einem besonderen und schon erwähnten Ofen der Raffinierhütte eingeschmolzen und dann zu handelsüblichen Barren vergossen. (Nach einem Vortrag von G. Eger vor der Gesellschaft deutscher Metallhütten- und Bergleute am 5. IX. 1931; ausführlicher Abdruck: Met. u. Erz 1931, S. 413 u. S. 465.) *Sb.*

Elektromaschinenbau.

Spitzenleistung im Elektro-Großmaschinenbau. — Die Siemens-Schuckertwerke haben für die Interescaut (Belgien) die bisher größte Einwellenmaschine als Drehstrom-Turbogenerator für 80 000 kVA, $\cos\varphi = 0{,}75$, 10 500 V geliefert. Kropff beschreibt diese Maschine, durch die die früher oft gehegten Bedenken, ob derartig große Ein-

[1] Vgl. ETZ 1930, S. 771.

Digitized by Google

heiten mit allen erforderlichen Sicherheiten in bezug auf Werkstoffbeanspruchung, Wärmeausdehnung und gleichmäßige Belüftung für 3000 U/min gebaut werden könnten, einwandfrei widerlegt werden. Außer der Verwendung hochwertiger Baustoffe für den Läufer (vergüteter Chromnickelstahl, Bruchfestigkeit 73 kg/mm², Streckgrenze 55 kg/mm², Kerbschlagfestigkeit 7 ··· 8 mkg je cm², Dehnung 18 %) wurde auf eine Zusammensetzung des Läufers aus möglichst wenigen Teilen besonderer Wert gelegt. Der dreiteilige Läuferkörper besteht aus dem als Hohlzylinder ausgeschmiedeten Mittelstück und den beiden angeflanschten Wellenstummeln. Die Läuferkappen sind aus legiertem unmagnetischem Sonderstahl (Bruchfestigkeit 95 ··· 100 kg/mm², Streckgrenze 30 %), sie sind auf den Kappensitz des Läuferkörpers aufgeschrumpft. Die tangentiale Beanspruchung am Seelenbohrloch ist 21 kg/mm², also die 2,6fache Sicherheit, bezogen auf die Streckgrenze bzw. die 1,7fache Sicherheit bei der Schleuderdrehzahl von 25 % über Nenndrehzahl. Für die Läuferkappen ist die Beanspruchung 30 kg/mm², das ergibt, bezogen auf die Streckgrenze, die 2,8fache Sicherheit bei Nenndrehzahl bzw. die 1,8fache Sicherheit bei der Schleuderdrehzahl. Wenn man berücksichtigt, daß die Dehnung des Kappenwerkstoffes 30 % gegenüber 18 % beim Läuferkörper beträgt, so ergibt sich hieraus, daß nicht die Kappen der kritische Teil des Läufers sind, und daß bei geeigneter Wahl des Kappenmaterials auch für Grenzleistungsmaschinen Kupferwicklungen verwendet werden können.

Die Kappenkonstruktion ermöglicht eine einfache, frei bewegliche Anordnung der Läuferwickelköpfe ohne besondere Maßnahmen für die Längsausdehnung bei Erwärmung der Wicklung. Im Betrieb geht die einseitige Längsausdehnung von 1,5 ··· 2 mm infolge der Fliehkraft in Druckspannung über, die noch im elastischen Gebiet des Kupfers liegt. Bei Stillstand und warmer Wicklung kann diese sich frei bewegen, da sie in keiner Weise (wie z. B. bei Bandagen) auf sein Widerlager verspannt ist.

Der Ständer hat wie jetzt bei allen Großmaschinen ein geschweißtes Gehäuse, nur die Seitenschilder und die Preßplatten sind aus Gußeisen bzw. Stahl. Das Ständerblechpaket (verlustarmes Blech 1,85 W/kg) hat offene Ständernuten, diese sind als Reaktanznuten mit Lüftungsansatz an der Ständerbohrung ausgeführt. Die Ständerwicklung ist als gesehnte Einstabwicklung (verdrillte Teilleiterstäbe) in Stern zweifach parallel geschaltet. Das Ständergewicht beträgt 114 t und das Läufergewicht 42 t. Die Lüftung der Maschine erfolgt durch ein auf der Welle außerhalb der Maschine angeordnetes Turbogebläse und ist als eine kombinierte Axial- und Radiallüftung ausgebildet, so daß Erwärmungsmessungen durch elektrische Thermometer bei der Leerlauf- und Kurzschlußdauerprobe eine gleichmäßige Erwärmung über die ganze Blechpaketlänge ergeben.

Einzelverlustmessungen mit geeichtem Hilfsmotor ergaben für Nennlast $\cos\varphi = 0{,}75$ einen Wirkungsgrad nach R.E.M. von 97,2 %. Bemerkenswert hierbei sind die geringen Zusatzverluste von 0,41 % der Nennleistung, die durch besonderes Material für die Preßplatten noch um etwa 0,1 % verringert werden könnten. Als weitere charakteristische Daten seien noch genannt: Ständerstreuung einschließlich Bohrungsfeld 25,5 %, Stoßkurzschlußstrom = 15facher Nennstrom, Kühllufterwärmung bei Nennlast 26 ° C (hiervon entfallen 7 ° auf das Gebläse), Läufererwärmung bei Nennlasterregung mit $\cos\varphi = 0{,}75$, 85 ° C.

Mit dieser Großleistungsmaschine ist der Beweis erbracht, daß auch für diese hohen Leistungen die Maschine für 3000 U/min alle erforderlichen Sicherheiten erfüllt und es nicht notwendig ist, auf 4polige Maschinen zu gehen, die erheblich teurer und unwirtschaftlicher sind. (L. Kropff, Siemens-Z. Bd. 13, S. 85.) *Sb.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Leistungsmessung mit Elektronenröhren. — Die im allgemeinen zur Messung elektrischer Leistungen benutzten dynamometrischen Leistungsmesser sind für Mittel- und Hochfrequenz nicht mehr brauchbar. Es wird ein Meßverfahren beschrieben, das gestattet, mit Hilfe der praktisch trägheitslosen Vorgänge in Elektronenröhren frequenzunabhängige Leistungsmessungen auszuführen. Das Meßprinzip beruht auf der Formel $(u + c\,i)^2_{\mathrm{eff}} - (u - c\,i)^2_{\mathrm{eff}} = M\,(4\,c\,u\,i)$. Die Erzeugung der (Wechsel-)Spannungen $u + c\,i$ und $u - c\,i$ erfolgt mit Hilfe einer besonderen Widerstandskombination, die Quadrierung dieser Größen durch Benutzung des Gleichrichtereffektes einer Dreielektrodenröhre, demzufolge der Anodenrichtstrom proportional dem Quadrat des Effektivwertes der angelegten Gitterwechselspannung ist, die Differenzbildung endlich mittels einer Brückenschaltung der beiden zur Quadrierung benutzten Dreielektrodenröhren (RE 084). Ein im Brückenzweig liegendes Drehspulgerät zeigt unter Berücksichtigung eines konstanten Faktors unmittelbar die zu messende Leistung an.

Die für verschiedene Spannungs- und Strommeßbereiche erforderlichen Widerstandskombinationen werden berechnet. Die kleinste bei der Messung Vollausschlag erzeugende Leistung beträgt etwa 0,01 W bei $U = 1$ V; jedoch läßt sich bei Bedarf die Stromempfindlichkeit noch höher treiben. Durch besondere Maßnahmen lassen sich die Ungleichheiten der Kennlinien der beiden verwandten Röhren nach Lage und Form leicht verbessern. — Zum Schluß wird der Eigenverbrauch des Meßwerkes untersucht und für jeden Meßbereich zahlenmäßig angegeben. (H. Lange, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 8, S. 570.)

Bahnen und Fahrzeuge.

Vielfachsteuerung bei Straßenbahnen mit fernbetätigten Fahrschaltern. — Neuerdings gewinnt die Vielfachsteuerung immer mehr Beachtung auch bei den Straßenbahnen. Die Vergrößerung des Fassungsvermögens und Zusammensetzungen von Triebwagen und 2 Beiwagen, die höhere Fahrgeschwindigkeit, das schärfere Anfahren und Bremsen zwangen zu großen Motorleistungen und damit verhältnismäßig teuren und schweren Motoren. Diese Motorleistung ist nicht ausgenutzt, wenn in verkehrschwachen Zeiten der Triebwagen allein oder nur mit einem Anhänger in schwacher Besetzung läuft. Bei Anwendung der Vielfachsteuerung kann man wesentlich kleinere Motorleistungen vorsehen und kann den Betrieb elastischer gestalten, weil ein aus Triebfahrzeugen zusammengesetzter Zug von beiden Enden steuerbar ist. Mit der kleineren Motorleistung ergeben sich mühelos leichtere Fahrgestelle, kleinere Triebraddurchmesser und bequeme Einstiege.

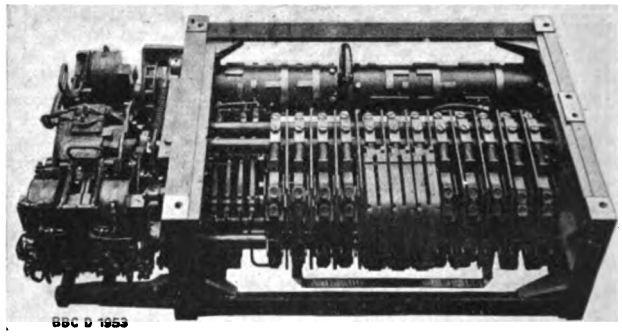


Abb. 3. Fahrschalter für Vielfachsteuerung.

Die schwierige Finanzlage der meisten städtischen Betriebe hat sich einer Verwirklichung dieser Pläne durch Anschaffung neuer Fahrzeuge bisher sehr hemmend entgegengestellt. Trotzdem sind an verschiedenen Stellen Versuche im Gang, in denen man das Problem von einer anderen Seite aufgriff. Man hat nämlich alte Triebwagen, die eine für heutige Fahrplanverhältnisse und das Mitführen von Anhängern zu schwache Motorleistung enthielten, dadurch wieder nutzbar gemacht, daß man sie mit einer Schalteinrichtung für Vielfachsteuerung ausstattete. Zusammengekuppelt oder mit einem Zwischenwagen versehen, kann man dann mit solchen Motorwagen einen modernen Fahrplan einhalten. Die Straßenbahn Leipzig hat zwei solche alten Wagen voriges Jahr mit einer Vielfachsteuerung von Brown Boveri, Mannheim, ausgerüstet. Bei ihr enthält jeder Triebwagen nur einen Fahrschalter, der unter dem Wagenfußboden liegend befestigt ist. Der Fahrschalter wird durch einen Drehmagneten stufenweise gedreht, wenn im Führerstand ein ganz kleiner Steuerschalter in die Hauptstellungen Fahren Serie, Parallel oder auf Bremsen gestellt wird. Die stufenweise Fortschaltung ist abhängig vom Motorstrom, d. h. es wird selbsttätig eine konstante Anfahrbeschleunigung eingehalten. Die Fortschaltung kann auf jeder Schaltstufe angehalten werden. Die Steuerschalter sind mit Totmann-Kurbel ausgestattet. Den Steuerstrom liefert eine kleine Batterie von 6 Ah. Durch Kupplungen werden die Steuerleitungen mit dem nächsten Triebwagen verbunden, so daß auch dessen Fahrschalter synchron mit demjenigen des führenden Wagens schaltet. Abb. 3 zeigt einen solchen Fahrschalter. Die

Digitized by Google

Bedienung ist äußerst einfach und bequem geworden. Die Motoren werden durch die Einrichtung vor jeder Überlastung geschützt. *fi*

Bergbau und Hütte.

Der Witton-Hochfrequenz-Schmelzofen. — Im Witton-Schmelzofen findet das magnetische Feld seinen Rückschluß durch dünne Blechlamellen aus einer besonderen Stahllegierung, deren Leitfähigkeit für elektrischen Strom diejenige des Luftweges in Öfen der kernlosen Art mehrere tausendmal übertrifft. Dieser Stahllegierungsring *c*, Abb. 4, hat einen Kern *d* in zentraler Lage unter dem Tiegel *a* und in Linie mit der senkrechten Achse der Induktionsspule *b*. Das elektromagnetische System liefert ein außerordentlich starkes und zentrisch gelegenes magnetisches Feld innerhalb des Bades in dem Tiegel, wodurch eine hohe Wirtschaftlichkeit erreicht wird. Der massive Behälter aus Stahllegierung bildet eine kräftige Stütze für den Tiegel aus feuerfestem Material, für die Induktionsspule und für den äußeren Körper.

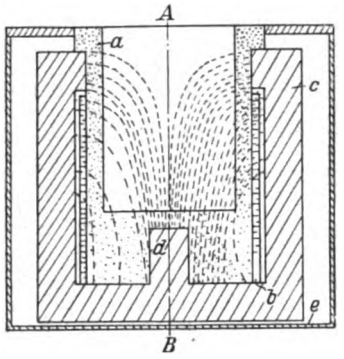


Abb. 4. Witton-Ofen. Links von *AB* Stromverteilung ohne Einsatz, rechts von *AB* mit Einsatz.

Die wassergekühlte Induktionsspule *b* ist isoliert und paßt sich dem Stahlbehälter *c* an. Keine Wärme aus dem Tiegel oder Strom von der Induktionsspule gelangt zum Stahlbehälter, der geerdet ist, so daß ein genügender Schutz vorhanden ist, selbst wenn die Isolation der Induktionsspule schadhaft wird oder der flüssige Inhalt des Tiegels sich durchfrißt. Der Ofenkörper *e* ist an den Stahlbehälter angeschraubt. Da die Stärke des magnetischen Feldes innerhalb des Tiegels auf oben beschriebene Weise erhöht wird, ist es möglich, die Periodizität des Hochfrequenzstromes zu verringern und die Spannung zu erhöhen, wodurch wieder die Verluste verringert werden. Der Leistungsfaktor des Ofens wird auch durch Verwendung niedrigerer Periodizität und weniger Strom erhöht. Als Beispiel möge angeführt werden, daß der Stromverbrauch für eine Nickel-Chrom-Molybdän-Schmelze von 250 kg 574 kW/t betrug. Einfacher Kohlenstoffstahl ist vom kalten Zustand bis zur Gießtemperatur mit einem Stromverbrauch von 485 kW/t geschmolzen. Der Stahllegierungsbehälter mit dem zentralen Kern übt eine besondere Wirkung auf die Verteilung der magnetischen Strömung innerhalb des Ofens aus, was aus Abb. 4 zu ersehen ist, wodurch der Inhalt einheitlicher erwärmt wird als bei den sonst üblichen Induktionsöfen. Auch die Instandhaltungskosten sind geringer als bei anderen Hochfrequenzöfen. Der Ofen wird durch einen Motor gekippt. (Foundry Trade J. Bd. 47, S. 354, 358 u. 360.) *Ill.*

Elektrische Schrägförderung mit ganzen Zügen zwischen verschiedenen Fördersohlen. — Auf der Schachtanlage Robert Müser (Ruhrgebiet) ist eine Schrägförderung mit ganzen Zügen eingerichtet worden, die durch besondere Stößerwagen gekennzeichnet ist, die den hochgehenden Zug drücken und den abwärtsgehenden Zug halten. Es handelt sich um den Anschluß der Fördersohle der Schachtanlage Karoline an die ungefähr 33 m tiefer liegende Sohle der Hauptförderanlage Robert Müser; diese Verbindung ist durch eine Schrägstrecke von 500 m Länge mit einer Neigung von etwa 1 : 12 hergestellt. Die zweitrümige Abwärtsförderanlage ist von der Gesellschaft für Förderanlagen Ernst Heckel G. m. b. H., Saarbrücken, mit Vorder- und Hinterseil gebaut. Der elektrische Antrieb, der am oberen Streckenende unterhalb der Streckensohle liegt, ist mit einer magnetischen und einer Sicherheitsbremse ausgerüstet. Die magnetische Bremse tritt beim Ausbleiben und Ausschalten des Stromes in Tätigkeit, kann aber auch von Hand bedient werden, während die Sicherheitsbremse bei Überschreiten der vorgesehenen Geschwindigkeit von 2,5 m/s durch einen Regler oder beim Überschreiten der Endstellungen durch den Streckenanzeiger ausgelöst wird. In der Regel wird unter Zuhilfenahme der Bremse mit einem abwärtsgehenden Vollzug von 40 Wagen ein entsprechender Leerzug mit einer Reihe von Bergewagen hochgezogen. Der Motor braucht nur dann zu arbeiten, wenn ein Leerzug gefördert werden muß und ein Vollzug noch nicht zur Verfügung steht, was gewöhnlich am Anfange der Schicht eintritt. Der Betrieb geht so vor sich, daß die aus dem Grubenfelde kommenden Kohlenzüge in das Gleis gedrückt werden, in dem sich der gerade oben ankommende Stößerwagen befindet. Der Zug wird an diesen angehängt und über den Knickpunkt in die Schrägstrecke gezogen, wobei er sich gegen den Stößerwagen legt und von ihm gehalten wird. An der Endstelle wird der Stößerwagen abgekuppelt, der volle Zug abgefahren, der von der Lokomotive mitgebrachte Leerzug in das eine Gleis eingefahren, der Stößerwagen dahintergefahren und das Treiben geht in umgekehrter Richtung vor sich. Die Leistungsfähigkeit beträgt bei genügend großer und gleichmäßiger Förderung im Dauerbetriebe 100 t/h. Die Förderanlage hat sich durchaus bewährt. Die Bedienung besteht aus dem Maschinisten, einem Bedienungsmann am oberen und unteren Anschlag. Bei einem Strompreise von 4 Pf/kWh und 5 Leerzügen ohne gleichzeitig herabgehende Vollzüge am Tage betragen die Stromkosten, wenn man mit einer Durchschnittsbelastung des Motors von 44 kW rechnet, da 5 Züge eine Zeit von 1000 s erfordern, 0,50 RM. Die Gesamtanlagekosten betragen 35 000 RM, so daß der Kapitaldienst bei 25 % Verzinsung je Tag 29,17 RM beträgt. Die arbeitstägliche Belastung stellt sich demnach bei 51 RM täglichem Lohnaufwand auf 80,67 RM. (A. Hentschel, Bergbau Bd. 45, S. 301.) *Sgm.*

Fernmeldetechnik.

Die neuere Entwicklung der Trägerfrequenztelephonie auf Leitungen. — Während die Trägerfrequenzverbindungen im Anfang ihrer Entwicklung als Notbehelf betrachtet wurden, gelten sie heute den Niederfrequenz-Sprechkreisen als vollkommen gleichwertig. In den V. S. Amerika machten 1930 die Trägerfrequenz-Sprechkanäle 7 % der Länge der gesamten Fernsprechkanäle aus. In Europa liegen die Verhältnisse für die Trägerfrequenztelephonie nicht so günstig, da hier die Freileitungen gegenüber den Kabeln zurücktreten. Es wächst jedoch auch hier ständig das Anwendungsgebiet durch die Verbesserungen und Verbilligungen im Apparatebau und die Fortschritte im Leitungsbau. K. Küpfmüller gibt einen Überblick über den heutigen Stand der Trägerfrequenztelephonie auf Leitungen für den öffentlichen Fernsprechdienst; unter Verzicht auf Einzelheiten werden die grundsätzlichen Gesichtspunkte dargestellt.

Die Trägerfrequenztelephonie findet heute ihre Hauptanwendung auf Freileitungen, deren Eigenschaften den Ausgangspunkt der Betrachtungen bilden. Wegen des Einflusses der Temperatur und der Witterung ist die Dämpfung nicht konstant, was bei der Projektierung und im Betrieb berücksichtigt werden muß. Das Nebensprechen wird durch Kreuzung der Leitungen beseitigt. Die Länge der Kreuzungsabschnitte ist dabei von maßgebendem Einfluß. Den Apparaten und Einrichtungen der Trägerfrequenztelephonie, die beschrieben werden, sind die folgenden Grundsätze gemeinsam: Verwendung des Einseitenbandverfahrens, Benutzung von verschiedenen Frequenzbändern für beide Richtungen eines Gesprächs, Vierdrahtschaltung der beiden Kanäle eines Gesprächs, Zusammenfassung aller Kanäle einer Sprechrichtung zu einer Gruppe, Verwendung des Frequenzbereiches von 6 ··· 40 kHz mit 6 Kanälen. Beispiele neuzeitlicher Trägerfrequenz-Telephonieeinrichtungen sind die Systeme der Bell-Gesellschaft und der Siemens & Halske AG. Das erstgenannte arbeitet mit vollständig unterdrückter Trägerfrequenz, das zweite mit einem auf einen bestimmten Restbetrag kompensierten Träger. Erheblich verbilligte Sonderausführungen sind das DI-System der American Telephone and Telegraph Co. und das Einfachtelephoniesystem von Siemens & Halske. Bei ihnen wird auf der Leitung nur ein Trägerfrequenzgespräch geführt.

Bei der Behandlung der Trägerfrequenztelephonie auf Kabelleitungen geht der Verfasser von den Eigenschaften des Kabels aus. Während die hohe Stabilität einen wesentlichen Vorteil gegenüber den Freileitungen darstellt, haben die Kabel den Nachteil der besonders im Gebiet der höheren Frequenzen erheblich größeren Dämpfung. Für die Wirtschaftlichkeit eines Trägerstromsystems auf Kabelleitungen sind in erster Linie die Zahl der Leitungen in einem Kabel, die Kosten für die Erhöhung der Grenzfrequenz und für besondere Mittel zur Vermeidung

Digitized by Google

des Nebensprechens maßgebend. Beispiele neuzeitlicher Seekabel sind das Pupinseekabel zwischen Stralsund und Malmö und das Guttaperchakabel zwischen Teneriffa und Gran Canaria. Von den Möglichkeiten der Mehrfachausnutzung von Kabelleitungen verdient die Zweibandtelephonie besonderes Interesse, weil hier die dem Trägerfrequenzbetrieb auf Kabelleitungen eigentümlichen Schwierigkeiten auf einfachste Weise beseitigt sind. Bei dem Verfahren wird neben dem Niederfrequenzband nur ein Trägerfrequenzband verwendet, u. zw. das untere Seitenband einer Trägerschwingung von 5,5 kHz.

Neben der Möglichkeit, bei Freileitungen zu höheren Frequenzen überzugehen, dürfte nach Ansicht des Verfassers besonders die Anwendung von Trägerfrequenzkanälen in Landkabeln Zukunftsaussichten haben. Ein großer Vorteil nichtpupinisierter Kabelleitungen besteht in der hohen Fortpflanzungsgeschwindigkeit im Vergleich zu den pupinisierten Fernleitungen. Kabel und Leitungsverstärker mit den für Trägerfrequenztelephonie notwendigen Eigenschaften liegen heute schon durchaus im Bereich des Ausführbaren. Dabei können vier- bis fünfmal soviel Sprechkreise in einem Kabel untergebracht werden wie bei reinem Niederfrequenzbetrieb. (K. Küpfmüller, Europ. Fernsprechdienst 1932, S. 229; 1933, S. 27.)

H. Bkm.

Hochspannungstechnik.

Durchschlag und Temperaturionisierung. — Zu dem Referat über die Archivarbeit von Holm und Kirschstein (ETZ 1933, S. 637) tragen wir heute eine kurze Erwiderung des Herrn Mayr zu jenem Aufsatz nach, die seinerzeit gleichzeitig mit diesem im Archiv zum Abdruck kam. —

Holm und Kirschstein wiederholten in ihren Bemerkungen zum Aufsatz Mayr „Berechnung der elektrischen Durchschlagsfestigkeit von Gasen usw."[1] die im Vorwort und im letzten Abschnitt dieses Aufsatzes enthaltene Diskussion über die Frage, ob der von Mayr beschrittene Weg zulässig ist oder nicht bzw., ob die sich ergebenden Folgerungen den zur Zeit vorliegenden experimentellen Erfahrungen widersprechen. Sie bringen leider keine neuen Gesichtspunkte, welche geeignet wären, diese Frage endgültig zu beantworten.

Die Tatsache, daß der elektrische Durchschlag in sich keinen Gleichgewichtszustand darstellt, genügt nicht, um die Entscheidung über die Verwendbarkeit der Sahaschen Formel in positivem oder negativem Sinn herbeizuführen. Die Sahasche Formel wurde in der Arbeit von Mayr benutzt, um die Grenze zu finden, jenseits welcher ein Gleichgewichtszustand, wie er unterhalb der Durchbruchfeldstärke vorhanden ist, nicht mehr möglich ist und wo deshalb der Durchschlag erfolgen muß.

Die Frage des Umwegfaktors ist noch so offen, daß auch daraus eine klare Entscheidung nicht herbeigeführt werden kann. Holm und Kirschstein nennen ohne Angabe über die Herkunft dieser Zahl für mehratomige Gase den Faktor 10 ··· 15. Mayr weist demgegenüber auf eine Abhandlung von Heis hin, aus welcher für die zweiatomigen Gase Wasserstoff und Stickstoff zwangläufig der Umwegfaktor 1 folgt. (O. Mayr, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 9, S. 642.)

Energiewirtschaft.

Zehn Jahre Elektrizitätswirtschaft in Südafrika. — Die auf Grund des Gesetzes von 1922 ins Leben gerufene Electricity Supply Commission of the Union of South Africa hat kürzlich einen Überblick über die zehn Jahre ihrer bisherigen Tätigkeit veröffentlicht, demzufolge diese von parlamentarischer Kontrolle freie Körperschaft vier mit Dampf betriebene Werke und ein Wasserkraftwerk von zusammen rd. 0,26 Mill kW besitzt. Die Länge ihrer Übertragungsleitungen und Kabel, die einen Bereich von rd. 28 500 km² versorgen, beträgt rd. 1200 km und die Leistung der Transformatoren nahezu 0,4 Mill kVA. Mit der Verwaltung von Kapstadt ist 1932 ein Abkommen dahin getroffen worden, deren Kraftwerk und das ursprünglich für den Betrieb der Vorortbahn von Kapstadt errichtete 50 000 kW-Kraftwerk Salt River, das im letzten Jahr 65 Mill kWh geliefert hat, gemeinsam zu betreiben. Von dem mit der Victoria Falls Co. zusammen arbeitenden Witbank-Werk (0,1 Mill kW) sind im genannten Jahr 611 Mill kWh abgegeben worden, und zwar an Großabnehmer zu 0,3 und an Haushaltungen zu 3 Pf/kWh. Eine neue, Kohlenstaub verfeuernde Zentrale von 48 000 kW in Congella beliefert die Eisenbahnen sowie den größeren Teil der Stadt Durban bei einem Tarif von etwas über 1 Pf/kWh; ihre Erzeugung stellte sich 1932 auf 110 Mill kWh. Den Strom für die 1931 vollendete Teilstrecke der Hauptbahn Maritzburg—Durban bis Cato Ridge stellte die Natalzentrale Colenso (60 000 kW), die die Kommission 1927 von der Eisenbahnverwaltung erworben hat und die voriges Jahr 107 Mill kWh produzierte. Bemerkenswert ist, daß nach der Elektrisierung der Bahnstrecke auf dieser ein 1500 t-Zug über eine Steigung von 1 : 65 mit 34 km/h befördert werden kann, während man vordem nur eine Geschwindigkeit von 13 km bei 1000 t Höchstlast erreichte. Ein jährlich 6 Mill kWh lieferndes kleineres Wasserkraftwerk (1350 kW) speist die Sabie-Goldminen in Transvaal. Zu den Großabnehmern der Kommission, die in ihren Unternehmungen nach dem heutigen Kurs etwa 114,5 Mill RM angelegt hat und jährlich über 14,3 Mill RM Einkommen aufweist, zählen 24 Städte, die Victoria Falls Co., die Eisenbahnverwaltung und außerdem Kohlenzechen, Goldbergwerke sowie andere Industrien. (Electr. Rev., Lond., Bd. 112, S. 567.) *fm.*

[1] Arch. Elektrotechn. Bd. 26, S. 352.

AUS LETZTER ZEIT.

Arbeitsbeschaffung in Sachsen. — Die im Verband Sächsischer Elektrizitätswerke zusammengeschlossenen Werke haben in den letzten Wochen für rd. 20 Mill RM Arbeiten in Angriff genommen. Zur Ausführung kommen besonders Kabel- und Freileitungen, Umspannstationen, Instandsetzungsarbeiten und Ersatzbeschaffungen. Bisher wurden mehr als 1000 Arbeiter neu eingestellt.

Die Funkpeilung beim Geschwaderflug Balbos. — Die Großtat des Ozeanfluges des Balbo-Geschwaders, die in der geschlossenen Führung von 24 Maschinen liegt, kann heute nach glücklichem Abschluß auch von Deutschland her mit Stolz betrachtet werden. Es haben nicht nur deutsche Fachleute wie Gronau und der Metereologe Dr. Baumann den italienischen Ozeanfliegern freundschaftliche Hilfe geleistet; auch die deutsche Technik war beteiligt. Jede der 24 Maschinen ist mit Askania-Fernkompassen und neben den normalen Funkeinrichtungen mit einer Sonder-Funkpeilanlage ausgestattet worden, die von der deutschen Telefunken-Gesellschaft eingebaut wurde. Mit Hilfe dieser Peilgeräte war auf den großen Ozeanstrecken zwischen Irland—Island und Island—Amerika ein Blindflug mit vollkommener Sicherheit möglich. Als „Funkfeuer" für die drahtlose Peilung waren in Anlehnung an die Sendestationen Reykjavik (Island), Julianehaab (Grönland) und Cartwright (Labrador) mehrere Fahrzeuge auf der Flugstrecke verteilt, so daß jederzeit genaue Ortsfeststellung gesichert war.

Einheitsverband der Elektro-Installateure. — Der Reichsverband des deutschen Elektro-Installateur-Gewerbes e. V. (VEI), Frankfurt a. M., ist nach seiner Gleichschaltung vom Reichsstand des deutschen Handwerks als Einheitsverband des Elektro-Installateur-Gewerbes anerkannt worden. Auch die Reichsleitung des Kampfbundes hat jetzt dem VEI ausdrücklich bestätigt, daß sie lediglich ihn als den Einheitsverband für das deutsche Elektro-Installateur-Gewerbe anerkannt. Es kommt also kein anderer Verband für die Berufsvertretung des Elektro-Installateur-Gewerbes im ständischen Aufbau in Frage.

Zusammenschluß in der Glühlampenindustrie. — Unter dem Vorsitz von Dir. Budin von der Hugo Schneider AG., Leipzig, und unter Mitwirkung des Spezialbeauftragten im Thüringer Wirtschaftsministerium Dr. Mumme fand in Weimar eine Sitzung sämtlicher mittlerer und kleiner Schwachstrom-Glühlampenfabrikanten statt. Die Verhandlungen führten dank der von der Regierung erlassenen Bestimmungen zu einem völligen Zusammenschluß aller beteiligten Firmen, so daß den seit Jahren schwer um ihre Existenz ringenden kleinen und mittleren Firmen, die vornehmlich in Thüringen sitzen, endlich die Möglichkeit gegeben wird, durch die Beseitigung der Zerrissenheit im Verband vertrauensvoll in die Zukunft zu blicken. Am Zusammenschluß sind etwa 70 Firmen beteiligt.

Holzlieferung gegen Finanzierung und Bau des Düna-Kraftwerks. — Um die Errichtung des Düna-Kraftwerks[1] zu ermöglichen, beabsichtigt die lettländische Regierung, einen ganzen Jahreshieb der Staatswälder an eine französische Firma zu verkaufen. Gleichzeitig sind Verhandlungen mit je einer französischen, holländischen und schwedischen Firma im Gange, Holz gegen Finanzierung und Bau des Werkes zu liefern. Da die Firmen wohl

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 734.

Digitized by Google

einen Warenkredit für die zu liefernden Maschinen gewähren, nicht aber die Baukosten aufbringen und in Lettland investieren wollen, stoßen die Verhandlungen auf Schwierigkeiten.

Das Dnjepr-Aluminiumkombinat. — Wie bereits mitgeteilt[1], wurden auf Grund des Beschlusses des Volkskommissariats der Schwerindustrie der UdSSR die Bauarbeiten am Dnjepr-Kombinat die letzte Zeit mit allen Mitteln beschleunigt. Die „Sowjetwirtschaft und Außenhandel" berichtet jetzt (1933, H. 12), daß am 10. VI. die erste Werkstatt des Elektrolysenwerkes des Dnjepr-Aluminiumkombinats (80 Wannen) in Betrieb genommen wurde. Für die Raffinierung und Umschmelzung des Aluminiums nach Sorten ist eine Gießerei errichtet worden. Von 8 Spezialöfen für Metallschmelzung mit einer Leistungsfähigkeit von je 15 t auf 1 Tag sind 2 Öfen bereits montiert. Das Umspannwerk des Elektrolysenwerkes ist ein Gebäude von 240 m Länge, in welchem 8 Motorgeneratoren von je 10 500 kW und die gesamte elektrische Ausrüstung zur selbsttätigen Regelung der Maschinen und der Stromzuleitung nach den elektrolytischen Werkstätten untergebracht sind. Jeder Motorgenerator ist zur Versorgung einer Serie von 80 Wannen (2 Reservesätze) mit Gleichstrom von 26 000 A bei 350 V vorgesehen. Bei vollem Ausbau soll die Jahresproduktion des Kombinats 40 000 t betragen.

[1] ETZ 1933, S. 336.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Tagung für Elektroschweißung in Essen.

Vom 20. bis 23. Juli 1933 fand in den Ausstellungshallen in Essen im Rahmen der vom 1. Juli bis 13. August 1933 stattfindenden Elektrowärme-Ausstellung eine Tagung für Elektroschweißung statt, die eine außerordentliche Beteiligung von Fachinteressenten aufwies.

Der Gedanke dieser Tagung und ihr Programm stammen von dem Elektrotechnischen Verein des rheinisch-westfälischen Industriebezirks zu Dortmund e. V., der in der Vorbereitung und Durchführung vom Ruhrbezirksverein des Vereins Deutscher Ingenieure unterstützt wurde.

Es wurden folgende Vorträge gehalten:

„Die technologischen Vorgänge beim Lichtbogenschweißen" von Dr.-Ing. Fry, Fried. Krupp AG., Essen;

„Die Entwicklung und der heutige Stand der Schweißmaschinen" von Oberingenieur Bauer, BBC-Mannheim;

„Das automatische Lichtbogenschweißen" von Oberingenieur Ritz, SSW-Berlin;

„Die elektrische Widerstandsschweißung" von Oberingenieur Rosenberg, AEG-Berlin;

„Elektroschweißen im Stahlbau" von Dipl.-Ing. Bondy, Berlin;

„Schweißen im Maschinenbau" von Oberingenieur Jurczyk, Georgsmarienhütte;

„Elektroschweißen im Kessel- und Behälterbau" von Direktor Dr. Vigener, Zentralverband der Preußischen Dampfkessel-Überwachungs-Vereine, Halle/S.;

„Röntgenuntersuchung der Schweißnaht" von Professor Dr. F. Wever, Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf;

„Untersuchung und Prüfung der Schweißnaht" von Dipl.-Ing. Kalisch, Westdeutsche schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt, Duisburg;

Praktische Vorführungen auf dem Schweißstand in Halle III von Dipl.-Ing. Kalisch, Duisburg.

Der 1. Vorsitzende des Elektrotechnischen Vereins des rheinisch-westfälischen Industriebezirks, Herr Direktor Dr.-Ing. Bierhals, eröffnete die Tagung, indem er auf die Entstehung des Gedankens und seiner Verwirklichung sowie auf die Bedeutung der Tagung, zu der der Verband Deutscher Elektrotechniker seinen Generalsekretär entsandt hatte, mit eindrucksvollen Worten hinwies.

Anschließend an die außerordentlich interessanten Vorträge fand eine lebhafte Aussprache statt.

Die gesamten Vorträge, über die eine kurze Übersicht in der ETZ demnächst veröffentlicht wird, werden nebst Wiedergabe der Diskussionsbeiträge in einer besonderen Schrift für Interessenten, vom Elektrotechnischen Verein des rheinisch-westfälischen Industriebezirks herausgegeben, erscheinen, auf die bereits heute alle Fachkreise aufmerksam gemacht werden. An dieser Stelle wird über die Bezugsmöglichkeit der Druckschrift Mitteilung erfolgen. *Schp.*

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33.

Betr.: Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens.

Die VDE-Prüfstelle hat im April d. J. Strafantrag gegen den Inhaber der Firma Werner Zimmer, Oberlauterbach i. V., wegen wissentlicher Warenzeichenverletzung und unlauteren Wettbewerbes gestellt.

Nach Mitteilung des Amtsgerichts Plauen ist daraufhin der Beschuldigte durch Strafbefehl vom 19. VI. 1933 wegen Vergehens nach § 4 des Reichsgesetzes gegen den unlauteren Wettbewerb rechtskräftig zu einer Geldstrafe, evtl. zu je einen Tag Gefängnis für je 10 RM, verurteilt worden.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

AEF

Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen.

Geschäftsstelle: Elektrotechnischer Verein, Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33II. Fernsprecher: Amt Wilhelm, C 4, 8885/86.

(Fortsetzung von S. 739.)

Noch nicht endgültig

Entwurf 37. Benennungen in der Akustik[1].

3. Fassung.

1. (Hör-) Schall: Mechanische Schwingungen und Wellen mit Frequenzen im Hörbereich des menschlichen Ohres.
2. Infraschall: Mechanische Schwingungen und Wellen mit Frequenzen unterhalb des Hörbereiches.
3. Ultraschall: Mechanische Schwingungen und Wellen mit Frequenzen oberhalb des Hörbereiches.
4. Körperschall: In festen Stoffen sich ausbreitender Schall.
   Luftschall: In Luft sich ausbreitender Schall.
   Wasserschall: In Wasser sich ausbreitender Schall.
5. Ton: Schallschwingung von sinusförmigem Verlauf.
6. Tongemisch: Zusammensetzung verschiedener Töne beliebiger Tonhöhe.
7. Einfacher Klang: Zusammengesetzte Schallschwingung, bei der die Frequenzen der Teiltöne ganze Vielfache der Frequenz eines tiefsten Tones (Grundtones) sind.
8. Zusammengesetzter Klang: Zusammensetzung von Einzelklängen, deren Grundtöne voneinander verschieden sind.
9. Geräusch: Schallschwingung, die sich aus einem kontinuierlichen Tonspektrum oder aus einem solchen mit sehr vielen Einzeltönen beliebiger Tonhöhe zusammensetzt.
10. Knall: Schallstoß großer Schallstärke.
11. Lärm: Jede Art von Schallschwingung, die eine gewollte Schallaufnahme oder die Stille stört.
12. Schalleistung: Mechanische Leistung in Form von Schall.
13. Schallstärke (Schallintensität): Zeitlicher Mittelwert der Energiestromdichte.

[1] Bearbeitet von E. Meyer, G. Angenheister, H. Barkhausen, R. Berger, W. Dziobek, E. Giebe, W. Hahnemann, W. Hort, E. Lübcke, K. W. Wagner

Digitized by Google

14. Schalldichte: Zeitlicher Mittelwert der räumlichen Dichte der Schallenergie.
15. Lautstärke: Stärke der Schallempfindung.
16. Schalldruck[2]: Durch die Schallschwingung hervorgerufener Wechseldruck.
17. Schallschnelle[2]: Wechselgeschwindigkeit eines schwingenden Teilchens.
18. Schallausschlag[2]: Auslenkung eines Teilchens aus der Ruhelage.
19. Schallgeschwindigkeit: Ausbreitungsgeschwindigkeit der Schallwelle.
20. Hörsamkeit: Schallverhältnisse in einem Raum.
21. Nachhallzeit: Zeit, in der in einem Raum die mittlere Schalldichte auf den millionsten Teil ihres Anfangswertes abfällt.
22. Reflexionsgrad: Verhältnis der rückgeworfenen zur auftreffenden Schallstärke.
23. Schluckgrad: Verhältnis der nicht rückkehrenden zur auftreffenden Schallstärke.
24. Absorptionsgrad: Verhältnis der absorbierten zur auftreffenden Schallstärke.
25. Durchlaßgrad: Verhältnis der durchgelassenen zur auftreffenden Schallstärke.
26. Schallwiderstand (je Flächeneinheit): (Komplexes) Verhältnis des Drucks zur Schnelle der Teilchen des Mediums.
27. Schallhärte (je Flächeneinheit): (Komplexes) Verhältnis des Drucks zum Ausschlag der Teilchen des Mediums.

Erläuterungen.

Zu dem in der ETZ 1932, H. 5, veröffentlichten Entwurf 37 (2. Fassung) ist eine Reihe von Äußerungen eingegangen. Sie haben den AEF zu einigen stilistischen und den folgenden sachlichen Änderungen veranlaßt.

Zu 11. Auch wenn nicht die Absicht besteht, einen bestimmten Schall aufzunehmen, kann Lärm stören. Es ist daher vorgeschlagen worden, Nr. 11 durch Hinzufügung von „oder die Stille" zu ergänzen.

Zu 19. Der Begriff Schallgeschwindigkeit ist neu aufgenommen.

Zu den früheren Ziffern 27 bis 30. Die Begriffe Schnellen- und Druckempfänger, Ausschlags- und Schnellenmikrophon sind gestrichen worden, teils weil ihre Definition nach neuen Untersuchungen nicht ganz eindeutig ist, teils weil sich das Bedürfnis für derartige Ausdrücke nicht als so groß herausgestellt hat, wie man früher annahm.

[2] Die Benennung kann für den Augenblickswert, den Scheitelwert (größten Wert) und den Effektivwert (quadratischen Mittelwert) benutzt werden.

Noch nicht endgültig

Entwurf 48. Temperaturbezeichnungen[1].

1. Einheit der Temperaturdifferenz ist 1 Grad der hundertteiligen (thermodynamischen, gesetzlichen) Temperaturskale.

Einheitsbezeichnung ist ° (sprich Grad). In besonderen Fällen wird der Deutlichkeit halber grad ausgeschrieben.

2. Ein Temperaturpunkt (kurz: eine Temperatur) wird durch seine (ihre) Temperaturdifferenz entweder gegen den Eispunkt oder gegen den absoluten Nullpunkt (absolute Temperatur) gekennzeichnet.

Zeichen:

bei Zählung vom Eispunkt aus °C (sprich Grad Celsius); wenn kein Mißverständnis möglich ist, kann C weggelassen werden;
bei Zählung vom absoluten Nullpunkt aus °K (sprich Grad Kelvin).

Erläuterungen.

Bei Temperaturgrößen ist — ähnlich wie bei Zeiten oder Längen, insbesondere Höhen — zwischen den Begriffen der Temperaturdifferenz und des Temperaturpunktes zu unterscheiden.

Bei den Zeiten unterscheidet man folgendermaßen: man sagt „9 Jahre" oder „11 h", wenn Zeit dauern gemeint sind, dagegen „im Jahre 9" (nach Christi Geburt), „um 11 h" (nach Mitternacht), wenn Zeitpunkte gemeint sind. Bei der Bezeichnung „im Jahre 9" wird die Zahl 9 wie ein Eigenname gebraucht.

Dagegen unterscheidet man die Höhenlage oder kurz Höhe eines Punktes (z. B. einer Turmspitze) über einer bestimmten festgesetzten Bezugsfläche von der Höhe eines Körpers (z. B. eines Turms) durch einen Zusatz wie „über N. N." oder wenn der Abstand des Punktes von dem Mittelpunkt der Erde gemeint ist, durch den Zusatz „absolut".

An diesen letztgenannten Gebrauch schließt sich die vom AEF vorgeschlagene und bereits viel benutzte Bezeichnung der Temperaturdifferenzen und Temperaturpunkte an. Das Zeichen ° dient ohne Zusatzzeichen zur Angabe von Temperaturdifferenzen in Zentesimalgraden. In der Tat ist es heute nicht mehr nötig, den Zentesimalgrad gegen den veralteten Réaumurgrad und den in England und den Vereinigten Staaten von Nordamerika noch gebräuchlichen Fahrenheitgrad ausdrücklich zu unterscheiden.

Die Bezeichnung „Celsius" hat bisher eine doppelte Bedeutung gehabt:

a) Größe der Einheit (1 °C = 0,8 °R),
b) Zählung vom Eispunkt aus.

In Zukunft soll die Bedeutung a) schon vollständig in dem Einheitszeichen ° liegen; die Bezeichnung Celsius (C) soll auf die Bedeutung b) „vom Eispunkt aus" beschränkt bleiben und daher nur bei Temperaturpunkten, nicht bei Temperaturdifferenzen angewendet werden. Kelvin (K) bedeutet entsprechend „vom absoluten Nullpunkt aus" oder kurz „absolut".

Die Angabe a ° C bedeutet also den Temperaturpunkt a Grad über dem Eispunkt, jedoch keine Temperaturdifferenz. Derselbe Temperaturpunkt hat auch die Bezeichnung b ° K = b Grad absolut, wobei $b = a + 273{,}16$ ist. Das Zeichen C kann unbedenklich weggelassen werden, wenn kein Mißverständnis möglich ist.

Es ist vorgeschlagen worden, die Buchstaben C und K ohne einen vorhergehenden hochgesetzten Kreis unmittelbar als Einheitszeichen zu verwenden. Es handelt sich jedoch nicht um zwei verschiedene Einheiten, sondern um eine Einheit und zwei Zählweisen; es sind daher drei verschiedene Zeichen nötig.

Temperaturdifferenzen $\Delta\vartheta$ und Temperaturpunkte ϑ in Fahrenheit können nach den Formeln

$$\frac{\Delta t}{\text{grad}} = \frac{5}{9}\,\frac{\Delta\vartheta}{\text{Fahrh.-Grad}}$$

und

$$\frac{t}{°\text{C}} = \frac{5}{9}\left(\frac{\vartheta}{\text{Grad Fahrh.}} - 32\right)$$

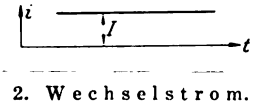
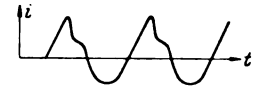
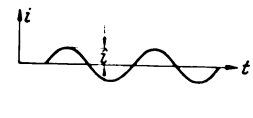
in Grad und Grad Celsius umgerechnet werden.

Während es für die Begriffe der Zeitspanne und der Wegspanne die kurzen einprägsamen Bezeichnungen „Dauer" und „Strecke" gibt, fehlt im Deutschen für die Temperaturdifferenz oder Temperaturspanne ein kurzes Wort. Man hilft sich mit Redewendungen wie: „Der Körper A ist um a ° wärmer (heißer, kälter) als der Körper B." Auch die Wörter „Übertemperatur" und „Untertemperatur" lassen sich verwenden. Es ist vorgeschlagen worden, allgemein „Erwärmung" und „Abkühlung" zu sagen; diese Wörter entsprechen aber logisch nicht der „Strecke", sondern etwa der „Verschiebung" und können daher nicht als vollwertiger Ersatz für „Temperaturdifferenz" gelten.

Noch nicht endgültig

Entwurf 49. Namen für die wichtigeren Arten des elektrischen Stromes und der elektrischen Spannung[1].

i Augenblickswert; $\hat{i}$ Scheitelwert.

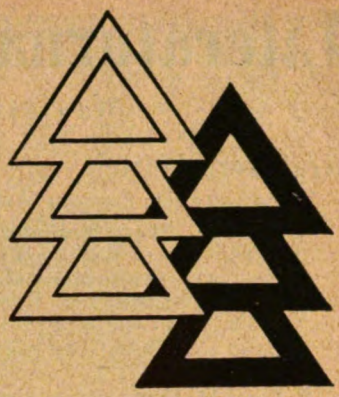
Name und Bild	Definition
1. Gleichstrom. 	Ein Strom, dessen Augenblickswerte zeitlich konstant sind: $i = I$
2. Wechselstrom. 	Ein Strom, dessen Augenblickswerte einer periodischen Funktion der Zeit gehorchen und den arithmetischen Mittelwert Null haben.
2. a) Sinusstrom. 	Ein Wechselstrom, dessen Augenblickswerte einer einfachen Sinusfunktion der Zeit gehorchen: $i = \hat{i}\sin(\omega t + \varphi)$ Effektivwert $I = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}}$

[1] Bearbeitet von K. Scheel, H. Ebert, S. Erk, Frhr. v. Göler, P. Melchior, M. Pirani, A. Schleede, G. Sinner.

Bearbeitet von H. Schering, R. Richter, F. Moench, K. W. Wagner.

Digitized by Google

HESCHO Motor Isolatoren....



.....sind frei von inneren Spannungen.

HESCHO-Motor-Isolatoren besitzen wegen der Verwendung von Porzellanmassen hoher Zähigkeit und ausgewählter Glasuren Mindest-Bruchwerte, die weit über den Anforderungen des praktischen Betriebes liegen.

HESCHO-Motor-Isolatoren sind gegen alle Beanspruchungen mit Betriebfrequenz und gegen Überspannungen unbedingt durchschlagsicher.

HESCHO-Motor-Isolatoren haben sich in namhaften in- und ausländischen Anlagen ausgezeichnet bewährt und das volle Vertrauen der Verbraucher erworben.

HESCHO

HESCHO HERMSDORF/THÜRINGEN
ZWEIGNIEDERLASSUNG DER PORZELLANFABRIK KAHLA

Digitized by Google

Literaturnachweis für den Elektrotechniker

Das einschlägige Schrifttum des VDI-Verlages

Kraftwerksbetrieb

Berichte der Zweiten Weltkraftkonferenz,

Band 9: **Wasserkraftanlagen und -maschinen.** 1930. Geb. RM 23,40 (21,05).

Band 11: **Großkraftspeicherung und Zusammenarbeit verschiedener Energieerzeugungs-Anlagen.** 1930. Geb. RM 23,40 (21,05).

Band 13: **Elektrische Schaltanlagen.** 1930. Geb. RM 23,40 (21,05).

Band 14: **Fernleitungsanlagen.** 1930. Geb. RM 36,— (32,40).

Münzinger, **Kesselanlagen für Großkraftwerke.** 1928. Geb. RM 17,10 (15,40).

Kraft, **Die neuzeitliche Dampfturbine. 2., erweiterte Auflage.** 1930. Geb. RM 18,— (16,20). Eine englische Ausgabe liegt zum gleichen Preise vor.

Michel, **Lärm und Resonanzschwingungen im Kraftwerksbetrieb** infolge periodischer Strömungsvorgänge. 1932. Broschiert RM 7,50 (6,75).

Elektrotechnik und Maschinenbau

Berichte der Zweiten Weltkraftkonferenz,

Band 12: **Elektrische Maschinen.** 1930. Geb. RM 23,40 (21,05).

Ausgewählte Schweißkonstruktionen,

Band 2: Haas, **Maschinenbau.** Herausgegeb. von d. Deutsch. Gesellsch. f. Elektroschweißung u. d. VDI. 1930. In Leinenmappe mit Klemmrücken RM 13,05 (11,75).

Fernmeldetechnik

Cauer, **Siebschaltungen.** 1931. In prakt. Mappe RM 12,60 (11,35).

Fuchs, **Die Entwicklung des Fernsehens.** 1931. Brosch. RM 0,90.

Bildwort-Englisch. Technische Sprachheftreihe, Heft 6: **Cable and Wireless Communication.** 1933. Brosch. RM 1,50 (1,35).

Elektrizitätsverwendung

Säuberlich, **Wie Technik Dir im Haushalt hilft!** 1928. Brosch. RM 4,30 (3,85).

Berichte der Zweiten Weltkraftkonferenz, Bd. 1: **Elektrizitätsverwendung.** 1930. Geb. RM 36,— (32,40).

Mengeringhausen, **Richtig installieren!** Einordnung der Installation in den Bau. In praktischer Mappe RM 7,50 (6,75).

Wirtschaft und Recht

Oskar von Miller, **Gutachten über die Reichselektrizitätsversorgung.** 1930. Neuer verbilligter Preis: Geb. RM 13,50.

Berichte der Zweiten Weltkraftkonferenz,

Band 1: **Elektrizitätsverwendung.** 1930. Geb. RM 36,— (32,40).

Band 10: **Wasserkraftwirtschaft und wasserrechtliche Fragen.** 1930. Geb. RM 36,— (32,40).

Band 15: **Belastungsgebirge, Stromtarife und allgemeine Elektrizitätswirtschaft.** 1930. Geb. RM 36,— (32,40).

Band 16: **Allgemeine Probleme der Energiewirtschaft und gesetzliche Fragen.** 1930. Geb. RM 23,40 (21,05).

Band 18: **Forschung, Normung, Statistik und Erziehung in der Energiewirtschaft.** 1930. Geb. RM 36,— (32,40).

Die Wasserkraftwirtschaft Deutschlands. Herausgegeben vom Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband. Geb. RM 22,50. Eine englische Ausgabe liegt zum gleichen Preise vor.

Stürzenacker, **Die technischen und wirtschaftlichen Grundlagen für die Gewinnung von Gezeitenenergie.** 1929. Brosch. RM 6,30.

Lubowsky, **Hilfsbuch für den technischen Außenhandel.** Fragen und nützliche Winke für das Angebotwesen im Anlagen- und Warengeschäft des allgemeinen Maschinenbaues und der Elektrotechnik. Deutsch, Englisch, Französisch und Spanisch in einem Band. 1931. Geb. RM 37,80.

Siegel, **Die Elektrizitätsgesetzgebung der Kulturländer der Erde.** Bd. 1: Deutschland. Bd. 2: Westeuropa. Bd. 3: Nord- und Osteuropa. 1930. Preis der drei Bände (nur zusammen beziehbar) RM 54,—, Halblederausgabe RM 72,— (48,60 bzw. 64,80).

Nachschlagewerke

Schlomann, **Technologisches Handbuch der Elektrotechnik und der Elektrochemie.** 1929. Geb. RM 40,50 (VDI- und VDE-Mitglieder RM 36,—).

Schlomann, **Illustrierte Technische Wörterbücher, Band II: Elektrotechnik und Elektrochemie.** 2. verbesserte, vervollständigte und stark vermehrte Auflage. 1928. In deutscher, englischer, französischer, italienischer, russischer und spanischer Sprache. In Leinen gebunden RM 72,— (VDI- und VDE-Mitglieder RM 64,80).

Strecker, **Jahrbuch der Elektrotechnik.** 16. Jahrg. 1927. Geb. RM 13,50 (VDI- u. VDE-Mitgl. RM 12,15). Abschlußband, das Jahrbuch wird seit 1928 fortgesetzt in der Zeitschrift „Technische Zeitschriftenschau mit Bücherschau".

Bildwort-Englisch. Technische Sprachheftreihe, Heft 1: **Power** (Energieerzeugung). 1931. Brosch. RM 1,35 (1,20).

Heft 2: **Electricity** (Erzeugung, Verteilung und Anwendung des elektrischen Starkstromes). 1932. Brosch. RM 1,60 (1,45).

Heft 6: **Cable and Wireless Communication** (Fernmeldetechnik). 1933. Brosch. RM 1,50 (1,35).

Verschiedenes

Oskar von Miller, **Erinnerungen an die Internationale Elektrizitätsausstellung im Glaspalast zu München im Jahre 1882.** 1932. Brosch. RM 0,90.

Cohn, **Faraday und Maxwell.** 1932. Brosch. RM 0,90.

Heumann, **Verhalten keramischer Werkstoffe bei Zugdruck-Dauerbeanspruchung.** 1933. Brosch. RM 4,50 (4,05).

Wüster, **Internationale Sprachnormung in der Technik, besonders in der Elektrotechnik.** 1931. Geb. RM 18,— (16,20).

„Technische Zeitschriftenschau mit Bücherschau." (Mit Sonderteil „Elektrotechnik".) Herausgegeb. im Auftr. des VDI und des VDE von Dr.-Ing. E. h. Alfred Schlomann. Erscheint monatlich zweimal. Preis vierteljährl. RM 7,25 (VDI- und VDE-Mitgl. 6,50).

(Die eingeklammerten Preise gelten für VDI-Mitglieder.)

Ausführliche Prospekte kostenlos / Durch jede Buchhandlung lieferbar

VDI-VERLAG BERLIN NW 7

Digitized by Google

Wähle

Schwachstrom-Klemmleisten

aus Bakelit, mit und ohne Schutzdeckel

D. R. P. angem. D. R. G. M.

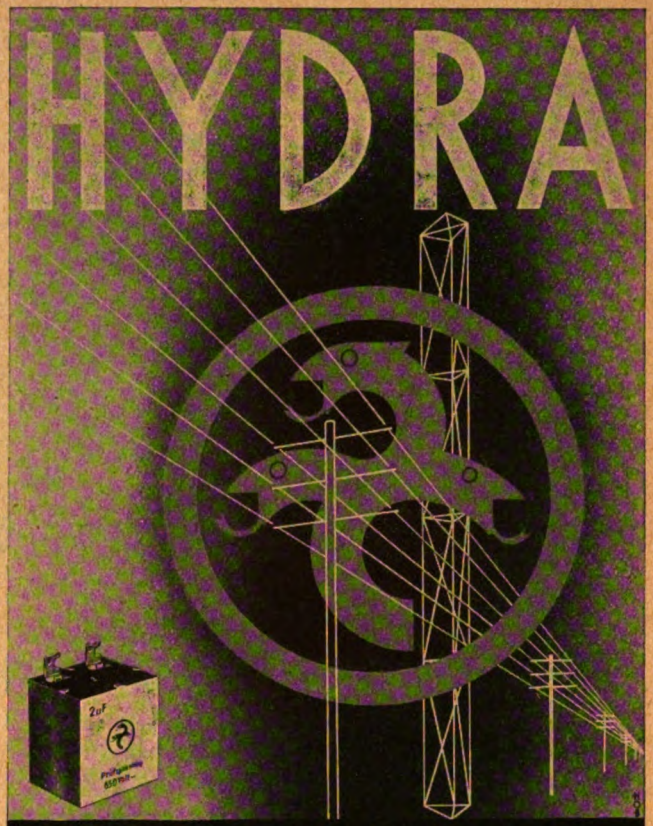
Nr. 50 Klemmleiste ohne Schutzkasten
Nr. 51 Klemmleiste mit Schutzkasten und 10 Klemmen

Lieferbar: für 10, 20, 30 und 40 Klemmen mit Schutzkasten.

Fritz Wieland, Bamberg (Bayern)

Wieland

HYDRA



KONDENSATOREN

Zur Jubiläums-Funk-Ausstellung 1933 Halle VI, Stand 678 und 699

WAHNERIT

Prüflinge 10 mm stark; Prüfung nach VDE

Qualität	Wasseraufnahme nach 4 Tg.	Wasseraufnahme nach VDE	Innerer Widerstand (n. 4 Tg. in 80% rel. Feuchtigk.)	Innerer Widerstand nach VDE	Dielektrische Verluste tgδ bei 800 Hz	Dielektrische Verluste nach VDE
Stanz	5,5 %	5,8 %	16000 MΩ	1000 MΩ	0,03	0,1
Radio	2,5 %	5,8 %	25000 MΩ	1000 MΩ	0,02	0,1
Hochspannung	2 %	5,8 %	35000 MΩ	1000 MΩ	0,01	0,1
Tropen	0,36%	5,8 %	25000 MΩ	1000 MΩ	0,01	0,1

ist ein Bakelit-Hartpapier-Isolationsmaterial, homogen und unhygroskopisch. Wie nebenstehende Tabelle zeigt, gehen die physikalischen Werte von Wahnerit weit über die Mindestzahlen der VDE-Vorschriften hinaus.

ELEKTRO-ISOLIER-INDUSTRIE M.B.H. · WAHN/RHLD.

Nähmotoren
für Industrie und Heimarbeit mit angebautem Kettenzugregler und Momentbremse. Auch Friktions-Modelle

3016

Entstörte Umformer
für Verstärker und Radio

Hochleistungs-Ventilatoren
aller Art. Propeller 200 bis 1500 ∅

706

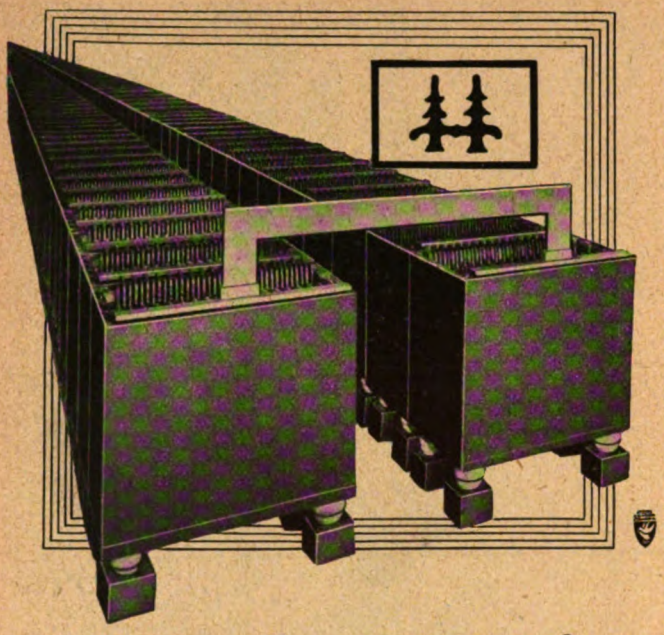
Orig. Einanker-Sparumformer
für alle Stromarten und Verwendungszwecke (Neon - Röntgen - Kino - Ladung - Prüfung usw.)

Hängemotoren
aller Stromarten (für biegsame Wellen usw.)

Motorgeneratoren und Frequenz-Umformer
für alle Stromarten u. Zwecke

Max Levy
G. m. b. H.
Fabrik elektrischer Maschinen und Apparate
Berlin N 65 W, Müllerstraße 30 B

Digitized by Google

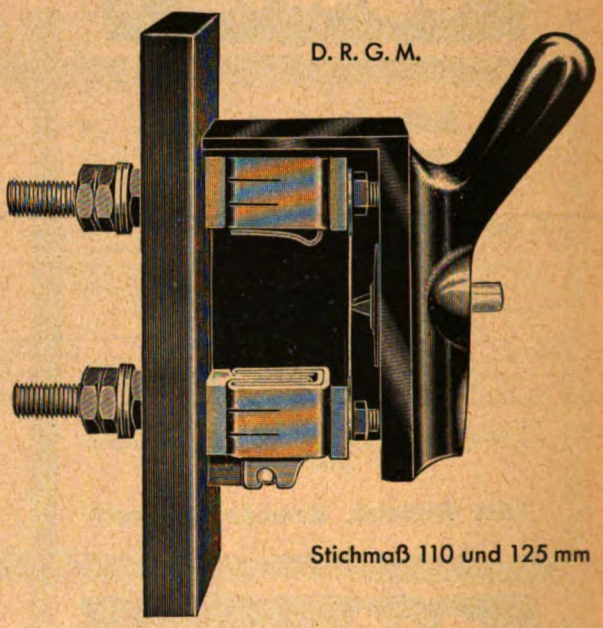


Stationäre Batterien

Puffer-, Licht-, Telephon-, Signalbatterien usw. mit positiven Großoberflächen- und negativen Kastenplatten. Elektrokarren — Batterien — Ersatzplatten sind Spezialerzeugnisse der:

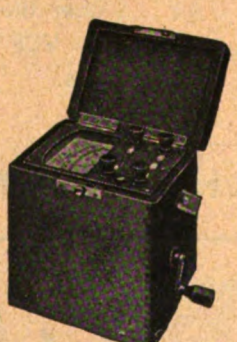
Accumulatorenwerk Hoppecke A.-G.
Hauptbüro: Köln-Hansahaus

Hebelschalter-Sicherungen
mit Schmelzmarke 100—600 Amp.



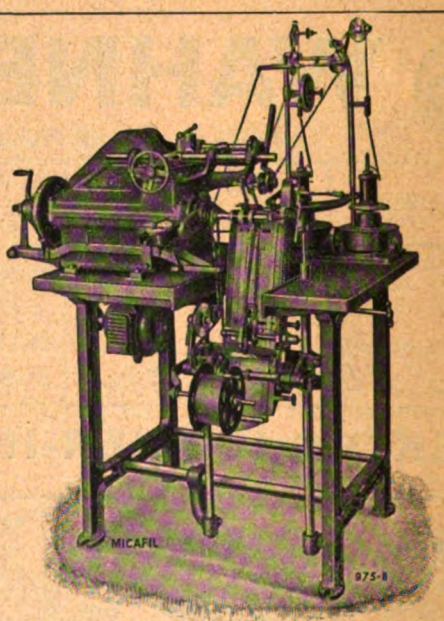
KARL PFISTERER
Fabrik elektrischer Spezialartikel
STUTTGART-UNTERTÜRKHEIM 15

-Isolationsprüfer
mit eingebautem Kurbelinduktor



Neue Rabattsätze!!!

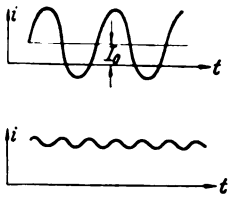
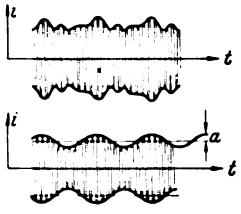
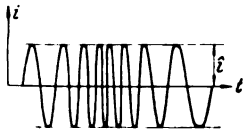
Müller & Ziegler
Spezialfabrik elektrischer Meßgeräte
Nürnberg-W, Kohlenhofstraße 32

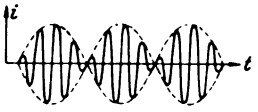
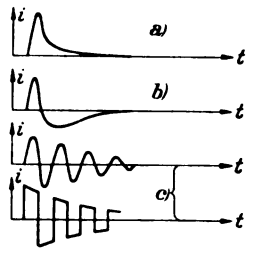


Vollautomatische Spulen-Wickelmaschine
mit **selbsttätiger Papier-Einlaßvorrichtung**
Patente angemeldet
Zum Wickeln von Spulen aller Art, wie Zündspulen, für Apparate, Meßtransformatoren, usw.

Micafil A.-G. **Zürich-Altstetten** Schweiz

Digitized by Google

Name und Bild	Definition
3. Mischstrom. 	Ein Gleichstrom I_0, dem ein Wechselstrom überlagert ist. (Also ein Strom, dessen Augenblickswerte ein periodisches Zeitgesetz befolgen, aber ein von Null verschiedenes arithmetisches Mittel haben.) Besonderer Fall: der Kräuselstrom, d. i. ein Gleichstrom, dem ein Wechselstrom kleiner Amplitude überlagert ist.
4. Modulierter Strom.	Ein Strom $i = \mathfrak{i} \sin(\Omega t + \varphi)$, bei dem entweder die Amplitude oder die Frequenz oder die Phase zeitlich schwankt. Die Schwankungen sollen langsam sein im Vergleich zur Frequenz oder — wenn diese selbst moduliert wird — zur mittleren Frequenz.
4. a) amplitudenmoduliert. 	Die Amplitude $\mathfrak{i}$ schwankt zeitlich: $i = \psi(t) \sin(\Omega t + \varphi)$ Im einfachsten Falle einer sinusförmigen Schwankung ist: $\psi(t) = A + a \sin \omega t$ a = Amplitudenhub $\frac{a}{A}$ = Modulationsgrad $\frac{\omega}{2\pi}$ = Modulationsfrequenz $\frac{\Omega}{2\pi}$ = Trägerfrequenz
4. b) frequenzmoduliert. 	Die Frequenz schwankt zeitlich: $i = \mathfrak{i} \sin\left[\int_0^t \psi(t)\, dt + \varphi\right]$ $\frac{\psi(t)}{2\pi}$ ist der Augenblickswert der Frequenz. Im einfachsten Falle einer sinusförmigen Schwankung ist $\psi(t) = \Omega + q \cos \omega t$ $\frac{q}{2\pi}$ = Frequenzhub $\frac{q}{\Omega}$ = Modulationsgrad $\frac{\omega}{2\pi}$ = Modulationsfrequenz $\frac{\Omega}{2\pi}$ = Trägerfrequenz Der sinusförmig frequenzmodulierte Strom folgt nach dem vorstehenden dem Zeitgesetz $i = \mathfrak{i} \sin\left[\Omega t + \frac{q}{\omega} \sin \omega t + \varphi\right]$
4. c) phasen-moduliert.	Die Phase φ schwankt zeitlich $t = t \sin[\Omega t + \Phi(t)]$ Im einfachsten Falle einer sinusförmigen Schwankung ist $\Phi(t) = \varphi + c \sin \omega t$ c = Phasenhub $\frac{c}{\varphi}$ = Modulationsgrad $\frac{\omega}{2\pi}$ = Modulationsfrequenz $\frac{\Omega}{2\pi}$ = Trägerfrequenz Der Vergleich mit 4. b) zeigt, daß Phasenmodulation und Frequenzmodulation grundsätzlich denselben Vorgang bezeichnen.

Name und Bild	Definition
5. Schwebungsstrom. 	Der Schwebungstrom $i = I \cos \omega t \sin \Omega t$ $= \frac{I}{2} \sin(\Omega + \omega) t + \frac{I}{2} \sin(\Omega - \omega) t$ kann als Sonderfall eines amplitudenmodulierten Stromes aufgefaßt werden, bei dem die Amplitude der Trägerschwingung gleich Null ist.
6. Flüchtiger Strom. 	Ein Strom, der im Laufe der Zeit verschwindet. Beispiele: a) einseitiger Stromstoß b) zweiseitiger Stromstoß c) flüchtiger Schwingstrom (z. B. sinus- oder rechteckförmig)

Die gleichen Definitionen gelten auch für die elektrischen Spannungen, z. B. Gleichspannung, Wechselspannung, Sinusspannung, Mischspannung usw., sowie für andere Zustandsgrößen, wie Flüsse, Feldstärken u. dgl.

Erläuterungen.

Im vorstehenden Entwurf ist der Gleichstrom als zeitlich unveränderlicher Strom definiert. Die hier und da verwendete Begriffsbestimmung, daß der Gleichstrom ein Strom unveränderlicher Richtung sei, mußte verworfen werden, weil nur für zeitlich konstante Ströme die bekannten Gesetze der Verteilung von Gleichströmen in elektrischen Netzen gelten.

Entsprechend war es zweckmäßig, den Begriff des Wechselstroms auf periodisch veränderliche Ströme zu beschränken, deren zeitlicher arithmetischer Mittelwert Null ist.

Den Oberbegriff beider bildet der Mischstrom. Für den z. B. in der Gleichrichtertechnik bedeutsamen Sonderfall eines Mischstromes, dessen Wechselstromamplitude klein im Vergleich zum Mittelwert ist, wird die Bezeichnung Kräuselstrom vorgeschlagen.

Die mehrphasigen Wechselströme sind aus dem Entwurf ausgelassen worden, da dieser sich auf die verschiedenartigen Formen (die zeitlichen Abläufe) des elektrischen Stromes beschränkt; Anordnungen, in denen mehrere elektrische Ströme zugleich auftreten, samt den zwischen diesen Strömen bestehenden Phasenbeziehungen und Verkettungen fallen aus dem Rahmen des vorliegenden Entwurfs heraus und können in einem besonderen Entwurf behandelt werden, falls ein Bedürfnis vorliegt.

Die modulierten Ströme sind für die Technik der Nachrichtenübermittlung mit sog. Trägerströmen (mittelfrequenten oder hochfrequenten) von Bedeutung. Der Trägerstrom ist im idealen Falle ein reiner Sinusstrom. Die Zeichengebung kann entweder darin bestehen, daß man die Amplitude verändert oder die Frequenz bzw. die Phase. Da die modulierten Ströme erst in neuerer Zeit in der Literatur häufiger behandelt werden, hat sich noch kein ganz einheitlicher Gebrauch der verschiedenen Bezeichnungen ausgebildet; das gilt besonders vom Modulationsgrad. In dem Entwurf ist das Hauptgewicht darauf gelegt, daß die einzelnen Bezeichnungen bei den verschiedenen Modulationsarten in gleichem Sinne verwendet werden. Der „Hub" bedeutet überall die Schwankungsamplitude, der „Modulationsgrad" das Verhältnis der Schwankungsamplitude zum Mittelwert der schwankenden Größe.

Wichtig ist der Vorbehalt (unter 4), daß die Schwankungen langsam im Vergleich zur Frequenz (bzw. der mittleren Frequenz) vor sich gehen sollen, da andernfalls der den Definitionen zugrunde liegende Begriff der Trägerfrequenz seinen anschaulichen Sinn verliert. Die Bezeichnungen Trägerfrequenz, Modulationsfrequenz, Modulationsgrad usw. bleiben zwar auch im allgemeinen Falle verwendbar, sie beziehen sich aber dann auf rein mathematische Begriffe ohne anschaulichen Inhalt. Übrigens läßt sich jede Amplitudenmodulierung auch als Frequenzmodulierung auffassen und umgekehrt.

(Fortsetzung folgt.)

Digitized by Google

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Wasserbauten für die Elektrizitätswirtschaft als Notstandsarbeiten.

1. Die in dem Aufsatz „Wasserbauten für die Elektrizitätswirtschaft als Notstandsarbeiten" von Dr. W. GOSEBRUCH[1] über das Pumpspeicherwerk Niederwartha gemachten Bemerkungen entsprechen nicht den Tatsachen. Es handelt sich bei dem Pumpspeicherwerk Niederwartha genau so wenig um einen Mißerfolg wie bei dem vom RWE errichteten Pumpspeicherwerk Herdecke. Die DAZ hat auch bereits auf unser Ersuchen die auf falschen Informationen beruhende Behauptung richtiggestellt. Das Pumpspeicherwerk Niederwartha liegt außerordentlich günstig zum Hauptverbrauchsgebiet der Landeselektrizitätsversorgung in unmittelbarer Nähe von Dresden. Es ergaben sich also nicht nur Ersparnisse hinsichtlich des Zusammenarbeitens mit den Großkraftwerken, sondern es wird auch die Übertragungsfähigkeit des sächsischen Landesnetzes beträchtlich erhöht. Auch die Geländeverhältnisse waren außerordentlich günstig, so daß schon hierdurch die Kapitalkosten vorteilhaft beeinflußt wurden. Die Aufwendungen der Gesellschaft für den Bau betrugen auch nicht 40 Mill RM, wie in dem Aufsatz angegeben, sondern einschließlich der bereits ausgeführten vorbereitenden Tiefbauten für den weiteren Ausbau nur rd. 28 Mill RM. Die installierte Generatorenleistung für den jetzigen Ausbau beträgt im Mittel nicht 60 000, sondern 75 000 kW. Die diesbezüglichen spezifischen Kosten sind somit nicht 667 RM/kW, sondern 374 RM/kW. Bezogen auf die tatsächlich installierte Synchronmotorenleistung von $4 \cdot 21\,500 = 86\,000$ kW sind die Einheitsbaukosten noch kleiner, nämlich nur 326 RM/kW. Für den weiteren Ausbau auf doppelte Leistung werden nur noch etwa 10 Mill RM benötigt, so daß sich der Einheitspreis je installiertes kW auf rd. 254 RM bzw. 221 RM ermäßigt. Günstiger werden die Verhältnisse anderwärts auch nicht liegen. Hierbei ist noch zu berücksichtigen, daß für den 1. Ausbau ein verbilligtes Darlehen in Höhe von 12 Mill RM auf Grund der Erwerbslosenfürsorge bereitgestellt wurde. Das Pumpspeicherwerk Niederwartha trägt schon seit Jahren erheblich zur billigen Elektrizitätsversorgung Sachsens und seiner Industrie bei. Es hat sich nicht nur technisch, sondern auch wirtschaftlich durchaus bewährt, so daß von einem wirtschaftlichen oder finanziellen Mißerfolg keineswegs die Rede sein kann.

Dresden, 31. III. 1933.

Energieversorgung Groß-Dresden AG.

---

2. In dem Artikel Dr. GOSEBRUCHs „Wasserbauten für die Elektrizitätswirtschaft als Notstandsarbeiten" werden Erstellungen von Wasserkraftanlagen, gewissermaßen auf Vorrat — da zur Zeit auf lange Sicht ein Bedarf nicht vorliegt — als besonders geeignete Notstandsarbeiten geschildert; die Ausführung durch die öffentliche Hand wird hauptsächlich deswegen empfohlen, weil letztere durch Fortfall der Arbeitslosenunterstützung Ersparnisse mache, die zwischen 35 und 70 % angegeben werden.

Ich möchte demgegenüber darauf hinweisen, daß hier der landläufige Irrtum gemacht wird, anzunehmen, gerade Wasserbauten seien mit besonders großem Lohnanteil behaftet und daher als Notstandsarbeiten besser geeignet als andere Investitionen. Sieht man von der Verwendung ausländischer Rohstoffe ab, die sogar bei der Kupfer verbrauchenden elektrotechnischen Fabrikation nach GOSEBRUCHs eigener Angabe nur 15 % ausmacht, so sind, wenn man auf den Ursprung zurückgeht, bei jeder Arbeit schließlich alles Löhne und Gehälter (auch die Abschreibungen der Fabrikationseinrichtungen, wie GOSEBRUCH selbst richtig bemerkt), und jede Arbeit ist daher zunächst gleichberechtigt. Auch die Bevorzugung der öffentlichen Hand, die schon so sehr tief in der Wirtschaft steckt, hat nur formal eine Berechtigung dahingehend, daß die Verrechnung des Unterstützungsfortfalles leichter ist; volkswirtschaftlich bleibt es gleichgültig, wer die Arbeiten ausführt.

Das Kriterium für die Auswahl der Arbeiten kann demnach nicht ihr „Lohnanteil" sein, sondern — wenn die aufgewendeten Gelder nicht als Palliativmittel, deren Wirkung verpufft, wenn die Arbeit fertig ist, vertan werden sollen — nur ihre Rentabilität im guten alten volkswirtschaftlichen Sinne sein, und zwar ihre alsbaldige Rentabilität nach Fertigstellung: denn dann wirkt die Arbeit sofort befruchtend weiter. Von diesem Standpunkt aus müssen elektrowirtschaftliche Wasserbauten, insbesondere Speicherbauten riesenhafter Ausmaße, sehr skeptisch betrachtet werden, da sie zunächst zehn bis fünfzehn Jahre — je nach dem Tempo des Wiederanstiegs — wirtschaftlich brachliegen und dann höchstwahrscheinlich unzweckmäßiger und teurer als später hergestellte thermische Anlagen sein werden. Ganz anders steht — um ein Beispiel zu nennen — die Elektrisierung von hierfür geeigneten Bahnstrecken da, die sofort nach Fertigstellung eine Rente von 5 ··· 6 % auf das volle neu investierte Kapital bringt, d. h. die Reichsbahn finanziell stärkt und ihr die Möglichkeit neuer Aufträge gibt. Auch vom Standpunkt der elektrotechnischen Fertigung, die GOSEBRUCH erwähnt, und deren Interessen schließlich in der ETZ vertreten werden dürfen, erscheint die Bahnelektrisierung viel verlockender als Wasserbauten, bei welchen der elektrotechnische Anteil minimal ist.

Vorstehende Überlegungen werden durch eine Notiz in den VDI-Nachrichten 1933, Nr. 16, bestätigt, laut welcher sich für die Elektrisierung der Strecke Augsburg—Stuttgart ein Lohnanteil von 80 % und ein Anteil der elektrotechnischen Fabrikation von 38 % ergeben hat.

Mannheim, 18. IV. 1933. F. Marguerre.

Erwiderung.

Zu 1. Aus der Zuschrift der „ENERGIEVERSORGUNG GROSS-DRESDEN AG." entnehme ich mit Vergnügen die Bestätigung des wirtschaftlichen Wertes des Pumpspeicherwerkes Niederwartha namentlich bezüglich der jahrelang erprobten billigeren Stromversorgung Sachsens — dann aber auch die wichtige Tatsache der Netzentlastung bzw. die durch die zentrale Anordnung des Speicherwerkes bedingte größere Übertragungsfähigkeit des Netzes. — Ein Zeugnis, das sich vollwertig an das in dem Aufsatz erwähnte des RWE. anschließt! Trotzdem diesbezüglich niemals Zweifel bestanden, konnten doch die Behauptungen der Tagespresse über den „finanziellen Mißerfolg" der Anlage — der nur in zu hohen Baukosten begründet sein konnte — nicht übergangen werden, besonders da sich diese ganz allgemein gegen die Speicherwerke richteten. Um so dankenswerter ist der Hinweis, daß die von anderer Seite gemachten Behauptungen der Unrentabilität nicht zutreffen. Die in meinem Aufsatz wiedergegebenen Zahlen betreffen irrtümlich den ganzen Ausbau mit der projektierten Leistung, und es ist nur erfreulich, daß nach der Richtigstellung die Baukosten von zur Zeit $\frac{28\,000\,000}{75\,000} = 374$ RM/kW sich völlig denen der anderen Speicherwerke anpassen, wobei man annimmt, daß in diesen Kosten ebenso wie bei denen in Waldeck (Bringhausen) alle Ausgaben für das Werk, also z. B. auch die Freiluftschaltanlage, enthalten sind.

Zu 2. Auf die Zuschrift von Herrn Dr. MARGUERRE ist zu erwidern, daß es bei gleicher Anlagengröße und Rentabilität in normalen Zeiten allerdings für die Volkswirtschaft dasselbe ist, ob man eine Wasserkraft- oder Dampfkraftanlage erstellt. Die landläufige Ansicht, daß zur Zeit Wasserbauten zu bevorzugen sind, ist darin begründet, daß man bei Wasserbauten eine ungleich größere Zahl von ungelernten erwerbslosen Arbeitern beschäftigen kann als bei Schaffung von Dampfanlagen. Das dringendste Gebot der Stunde heißt doch wohl gerade das Millionenheer der ungelernten Arbeiter zuerst zu verringern suchen, so wünschenswert es auch wäre, wenn auch die kleinere Zahl der Eisenarbeiter bald wieder bessere Beschäftigung findet. Es besteht sonst die Gefahr, daß eben aus dem Gebot der Notwendigkeit Erdarbeiten anderer Art mit noch viel später eintretender Rentabilität ausgeführt werden müssen. Den Bau von Wasserkraftanlagen als Notstandsarbeiten für die Elektrizitätswirtschaft dienstbar zu machen, war deshalb der Zweck meines Aufsatzes. Was Dr. MARGUERRE über die Elektrisierung von Reichsbahnstrecken sagt, ist gewiß gerechtfertigt, aber hier gilt doch erst recht die Beschränkung „der Rentabilität im guten alten Sinne", daß nicht Altes noch brauchbares zu einer Zeit größter Kapitalknappheit durch Neues, etwas besseres verdrängt wird.

Berlin, 6. V. 1933. Dr. W. Gosebruch.

[1] ETZ 1933, S. 307, 327.

Digitized by Google

LITERATUR.

Besprechungen.

Vorschriftenbuch des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. 19. Aufl., nach dem Stande am 1. Jan. 1933. Herausg. dch. das Generalsekretariat des VDE. Mit Daumenregister, XVI u. 1271 S. in 8°. Verlag des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Berlin 1933. Preis geb. 16,20 RM, f. VDE-Mitgl. 14,60 RM.

Die neue — 19. — Auflage des VDE-Vorschriftenbuches weist gegenüber ihren Vorgängerinnen beachtliche und, wie gleich gesagt sei, erfreuliche Veränderungen auf. Durch Verwendung von Dünndruckpapier ist eine geringere Dicke des Bandes erzielt worden, obwohl das Werk stark erweitert ist; sind doch gerade in den Jahren 1931 und 1932 eine große Anzahl neuer Vorschriften, Regeln und Leitsätze angenommen worden, auf die im einzelnen hier nicht eingegangen werden kann. Nicht weniger wichtig im Rahmen des Gesamtbuches ist die Umgestaltung der Einteilung und die Einführung einer neuen Nummernbezeichnung der einzelnen Bestimmungen. Es ist eine Art Dezimalklassifikation der VDE-Arbeiten geschaffen worden mit den großen Gruppen Starkstromanlagen — Starkstromleitungen — Isolierstoffe — Messung und Prüfung — Maschinen, Transformatoren, Umformer — Installationsmaterial, Schalt- und Hochspannungsgeräte — Fernmelde- und Rundfunkanlagen — Allgemeines. Jede VDE-Arbeit erhält eine immerwährende „Arbeitsnummer" im Buch wie im Sonderdruck, so daß die hier bisher bestehenden Unstimmigkeiten glücklich beseitigt sind. Mit dieser Maßnahme ist ein begrüßenswerter Anlauf zur strafferen Zusammenfassung des ganzen VDE-Werkes genommen, und wenn auch diesmal noch der Inhalt erheblich angeschwollen ist, so scheint doch endlich der Boden bereitet, um bald durch systematisches Ineinanderarbeiten verwandter Bestimmungen an Einheitlichkeit zu gewinnen und zugleich zu der vielgeforderten Einschränkung des Buchumfanges zu gelangen. Eine weitere wichtige Vorarbeit hierfür ist das außerordentlich reichhaltige Sachverzeichnis. Es umfaßt 144 Seiten in engem, dreispaltigem Druck. Manchmal scheint sogar mit Hin- und Herverweisungen etwas zu viel getan. Alles in allem aber muß das neue Vorschriftenbuch eine redaktionelle Leistung genannt werden, eine wirksame Werbung für den VDE und ein Dienst an der deutschen Elektrotechnik. R. Vieweg.

Die Grundgesetze der Wärmeübertragung. Von Prof. Dr.-Ing. H. Gröber und Reg.-Rat Dr.-Ing. S. Erk. Zugl. 2. völlig neubearb. Aufl. des Buches H. Gröber, Die Grundgesetze der Wärmeleitung u. des Wärmeüberganges. Mit 113 Textabb., XI u. 259 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1933. Preis geb. 22,50 RM.

Das Werk hat mit dem im Jahre 1921 erschienenen Buch von Gröber über die Grundgesetze der Wärmeleitung und des Wärmeübergangs, als dessen 2. Auflage es sich vorstellt, kaum noch etwas gemein, was sich ohne weiteres aus der inzwischen erreichten Vervollkommnung der Berechnungsverfahren erklärt. Es ist nicht Ziel dieses Buches, ein Hilfsbuch bei der Berechnung von Wärmeübergangsaufgaben zu sein, sondern es ist ein Lehrbuch, das sich fast ganz auf die Darstellung der theoretischen Betrachtungsweisen beschränkt. Die drei Hauptabschnitte betreffen die Wärmeleitung in festen Körpern, in Flüssigkeiten und die Wärmestrahlungen. Jeder Abschnitt beginnt mit der Darstellung der strengen mathematischen Lösungen, soweit das heute möglich ist, und führt dann zur Behandlung von Sonderfällen, die den Bedürfnissen der Technik angepaßt sind. Man gewinnt durch die Lektüre dieses Werkes einen ausgezeichneten Überblick über den heutigen Stand der Forschung, vor allem darüber, inwieweit es zulässig ist, eine vorhandene Lösung auf praktische Fälle anzuwenden. Man erkennt aber auch, daß wir erst im Anfang einer wirklich exakten Behandlungsweise der Aufgaben stehen, weil viele aus der Literatur bekannte Versuchsergebnisse unter Bedingungen gewonnen wurden, die nicht genügend den erst später entwickelten theoretischen Grundlagen angepaßt sind. Das Buch wird Anregung zu weiterer verstärkter Forschertätigkeit geben, um die gewonnenen Erkenntnisse durch neue Versuche zu bestätigen und auszubauen. Zinzen.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Deutscher Elektro-Außenhandel 1. Halbjahr 1933*. — Die deutsche Elektroausfuhr betrug im 1. Halbjahr 1933 115,6 Mill RM. Gegenüber dem gleichen Zeitraum des Vor-

* Vgl. ETZ 1933, S. 487.

Zahlentafel 1. Deutscher Elektro-Außenhandel nach Warengruppen.

Pos.	Gegenstand	Ausfuhr			Anteil a. d. Gesamt-Elektroausfuhr			Einfuhr			Anteil a. d. Gesamt-Elektroeinfuhr		
		Halbj.-durchschnitt	1. Halbjahr		Halbj.-durchschnitt	1. Halbjahr		Halbj.-durchschnitt	1. Halbjahr		Halbj.-durchschnitt	1. Halbjahr	
		1932 1000 RM	1932 1000 RM	1933 1000 RM	1932 %	1932 %	1933 %	1932 1000 RM	1932 1000 RM	1933 1000 RM	1932 %	1932 %	1933 %
907 a	Lichtmaschinen, Lichtzündmaschinen usw.	3 015	2 685	1 998	1,7	1,4	1,7	48	54	90	0,4	0,4	0,9
b—g	Elektr. Maschinen	29 811	38 496	12 624	16,9	20,2	11,0	1 587	1 668	1 184	12,4	13,0	11,3
h	Anker, Kollektoren[1]	3 016	3 338	1 397	1,7	1,8	1,2	87	126	41	0,7	1,0	0,4
	zusammen Maschinen.	*35 842*	*44 519*	*16 019*	*20,3*	*23,4*	*13,9*	*1 722*	*1 848*	*1 315*	*13,5*	*14,4*	*12,6*
908 a, b	Akkumulatoren	3 692	4 622	1 700	2,1	2,4	1,5	62	57	119	0,5	0,4	1,1
909	Kabel	6 624	7 443	5 103	3,7	3,9	4,4	182	124	147	1,4	1,0	1,4
890 a	Isolierter Draht für die Elektrotechnik	5 201	5 573	4 316	2,9	2,9	3,7	280	353	234	2,2	2,8	2,2
	zusammen Kabel u. Draht	*11 825*	*13 016*	*9 419*	*6,6*	*6,8*	*8,1*	*462*	*477*	*381*	*3,6*	*3,8*	*3,6*
910 a—e	Bogenlampen, Scheinwerfer usw.	776	854	664	0,4	0,4	0,6	113	108	86	0,8	0,8	0,8
911 a, b	Glühlampen	5 823	4 832	4 767	3,3	2,5	4,1	1 918	1 655	1 482	15,1	12,9	14,2
912 A 1, 2	Telegraphie und Telephonie mit Draht	10 490	12 429	7 357	5,9	6,4	6,4	552	513	419	4,4	4,0	4,0
A 3	Drahtlose Telegraphie und Telephonie	22 147	17 319	12 379	12,5	9,1	10,7	3 297	3 154	2 949	26,0	24,6	28,2
A 4	Meß-, Zähl- u. Registriervorrichtungen	13 017	14 555	10 910	7,4	7,6	9,4	582	617	587	4,6	4,8	5,6
B, C	Koch- u. Heizapparate einschl. Bügeleisen	4 180	4 062	3 477	2,3	2,1	3,0	318	349	202	2,5	2,7	1,9
D	Röntgenröhren	1 591	1 687	1 425	0,9	0,9	1,2	204	182	197	1,6	1,4	1,9
E	Magnetzündapparate usw., Zubehör für Motorfahrzeuge	7 018	6 955	5 499	3,9	3,7	4,8	512	538	386	4,0	4,2	3,7
F 1	Sicherungs- u. Signalapparate, Läutewerke	3 033	3 660	2 107	1,7	1,9	1,8	65	64	50	0,5	0,5	0,5
F 2	Schaltapparate, nicht bes. benannte Vorrichtungen f. Beleuchtung, Kraftübertragung usw.	39 174	43 651	25 182	22,2	22,9	21,8	1 861	2 072	1 536	14,7	16,2	14,6
F 3	Elektromedizin	4 950	5 523	4 439	2,8	2,9	3,8	539	608	414	4,2	4,7	3,9
F 4	Galvanische Elemente	1 942	1 729	960	1,1	0,9	0,8	11	5	6	0,1	0,0	0,1
F 5	Isolationsgegenstände aus Porzellan[2]	.	.	.	.	.	.	4	6	2	0,0	0,1	0,0
F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Glimmer usw.	159	130	145	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	—	—
F 7	Isolierröhren f. el. Leitungen aus Papier oder Pappe in Verb. m. unedlem Metall (Bergmannrohr)[2]	652	659	428	0,4	0,3	0,4	.	.	.	.	.	.
648 a—e	Kohle für die Elektrotechnik[4]	5 750	5 314	4 810	3,3	2,8	4,2	202	215	180	1,6	1,7	1,7
733 a	Porzellanisolatoren	1 181	1 135	802	0,7	0,6	0,7	—	—	—	—	—	—
906 D 15	Staubsauger	2 365	2 809	1 928	1,3	1,5	1,7	268	314	167	2,1	2,5	1,6
915 b 4	Elektrokarren[2]	269	491	144	0,2	0,3	0,1	.	.	.	.	.	.
795 a, b, 799 f	And. Isolierrohr (Stahl-, Peschel-, Schlitzrohr)[2]	1 019	937	1 010	0,6	0,5	0,9	.	.	.	.	.	.
783 c, 799 c	Teile von Masch. u. Erzeugn. d. Nr. 907a bis 911 b aus schmiedbarem u. nicht schmiedbarem Guß[2]	.	.	.	.	.	.	27	39	5	0,2	0,3	0,0
	Unvollständig angemeldet	10	11	13	0,0	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—
	insgesamt	176 905	190 899	115 584	100,0	100,0	100,0	12 719	12 821	10 483	100,0	100,0	100,0

[1] Ausfuhr: auch andere Teile. — [2] Nur für die Einfuhr. — [3] Nur für die Ausfuhr. — [4] Einfuhr 648 a—d.

Digitized by Google

jahres ist sie um 75 Mill RM oder rd. 40 % (also nicht stärker als im 1. Vierteljahr) zurückgegangen (s. Zahlentafel 1). Hauptträger des Rückganges war wieder die Gruppe „Maschinen" mit einer Minderung um fast ⅔, die in der Hauptsache auf den Ausfall des Rußlandgeschäftes zurückzuführen ist, das auch den rd. 40prozentigen Rückgang der Ausfuhr der Sammelgruppe „Vorrichtungen für Beleuchtung, Kraftübertragung und Elektrolyse" wesentlich beeinflußt hat. Ähnlich groß (zwischen 40 und 45 %) sind die Rückgänge bei den Gruppen „Telegraphie und Telephonie mit Draht", „Sicherungs- und Signalapparate", „Galvanische Elemente", während übrige wichtige Gruppen, wie „Drahtlose Telegraphie und Telephonie", „Meß-, Zähl- und Registriervorrichtungen", „Koch- und Heizapparate", „Elektromedezin", „Kabel und Drähte" und „Magnetzündapparate" Rückgänge zwischen 15 und 30 % aufweisen. Ihren Ausfuhrwert ungefähr halten konnte die Gruppe „Glühlampen", wirkliche Zunahmen zeigen lediglich einige kleine Gruppen.

Zahlentafel 2. Deutsche Elektro-Ausfuhr nach Ländern.

Absatzländer	Halbjahresdurchschnitt 1932	1. Halbjahr 1932	1. Halbjahr 1933	Anteil an der Gesamt-Elektroausfuhr: Halbjahresdurchschnitt 1932	1. Halbjahr 1932	1. Halbjahr 1933
	in 1000 RM			%	%	%
Europa	153 563	166 283	92 622	86,8	87,1	80,1
Afrika	3 015	3 175	2 470	1,7	1,7	2,1
Asien	10 169	10 987	8 550	5,8	5,8	7,4
Nord- u. Mittelamerika	2 302	2 475	2 478	1,3	1,3	2,2
Südamerika	7 222	7 366	8 983	4,1	3,8	7,8
Australien	634	613	468	0,3	0,3	0,4
nicht ermittelt	—	—	13	—	—	0,0
Insgesamt	176 905	190 899	115 584	100,0	100,0	100,0
Wichtige Länder in Europa:[1]						
Niederlande	18 281	17 658	13 682	10,4	9,2	11,8
UdSSR.	37 917	50 723	11 510	21,5	26,6	10,0
Frankreich	15 605	16 798	9 685	8,9	8,8	8,4
Italien	9 186	10 810	6 825	5,2	5,7	5,9
Schweiz	10 655	10 308	6 764	6,1	5,4	5,9
Schweden	8 941	7 600	6 310	5,1	4,0	5,5
Belgien-Luxemburg	8 351	7 029	6 011	4,7	3,7	5,2
Großbritannien	7 266	7 519	5 297	4,1	3,9	4,6
Spanien	3 551	3 494	3 470	2,0	1,8	3,0
Tschechoslowakei	5 245	5 795	2 913	2,9	3,0	2,5
Dänemark, Island	3 389	3 585	2 760	1,9	1,9	2,4
Österreich	3 602	4 007	2 470	2,0	2,1	2,1
Norwegen	3 896	3 559	2 372	2,2	1,9	2,1
Saargebiet	2 552	2 271	2 122	1,5	1,2	1,8
Polen, Danzig	2 355	2 553	1 754	1,2	1,3	1,5
Finnland	2 558	2 157	1 585	1,5	1,1	1,4
Rumänien	1 817	1 660	1 552	1,0	0,9	1,3
Jugoslawien	1 214	1 421	1 185	0,7	0,7	1,0
Portugal	892	879	895	0,5	0,5	0,8
Griechenland	1 942	2 419	781	1,1	1,3	0,7
Ungarn	855	962	516	0,5	0,5	0,4
Irischer Freistaat	968	844	513	0,5	0,4	0,4
Lettland	592	488	448	0,3	0,3	0,4
Litauen	764	740	431	0,4	0,4	0,4
Bulgarien	699	565	397	0,4	0,3	0,3
Estland	371	345	285	0,2	0,2	0,2
sonstige	99	94	89	0,0	0,0	0,1
Zus. Europa	153 563	166 283	92 622	86,8	87,1	80,1
Wichtige Länder in Übersee:[1]						
Argentinien	4 319	4 880	4 568	2,4	2,6	4,0
Uruguay	1 043	639	2 336	0,6	0,3	2,0
Japan	1 831	1 966	2 063	1,1	1,0	1,8
Brit.-Indien	2 104	2 109	1 666	1,2	1,1	1,5
China	2 241	2 700	1 592	1,3	1,4	1,4
Niederl.-Indien	1 674	1 696	1 177	0,9	0,9	1,0
Brasilien	781	823	1 053	0,5	0,4	0,9
Brit.-Südafrika	1 059	1 148	1 039	0,6	0,6	0,9
U.S.A.	1 206	1 272	1 036	0,7	0,7	0,9
Türkei	1 191	1 292	873	0,7	0,7	0,8
Ägypten	1 107	1 148	799	0,6	0,6	0,7
Mexiko	515	495	619	0,3	0,3	0,5
Palästina	243	218	398	0,1	0,1	0,4
Austral. Bund	583	558	378	0,3	0,3	0,3
Chile	277	339	333	0,2	0,2	0,3
Persien	185	201	286	0,1	0,1	0,2
Columbien	246	215	284	0,1	0,1	0,2
Franz. Marokko	325	347	222	0,2	0,2	0,2
Venezuela	305	180	190	0,2	0,1	0,2
Canada	148	160	149	0,1	0,1	0,1
Cuba	132	162	131	0,1	0,1	0,1
Philippinen	159	148	123	0,1	0,1	0,1
sonstige	1 668	1 920	1 647	0,8	0,9	1,4
Zus. Übersee	23 342	24 616	22 962	13,2	12,9	19,9

[1] Geordnet nach der Größe der Ausfuhr im 1. Halbjahr 1933.

Eine Betrachtung der Ausfuhr nach Ländern (Zahlentafel 2) zeigt auch für das 1. Halbjahr 1933 den schon für den Zeitraum Januar—März zu erkennenden Rückgang des europäischen Anteiles, der, nachdem er 1932 bis auf 87 % der Gesamtausfuhr gestiegen war, im 1. Halbjahr 1933 nur noch 80 % beträgt. Am stärksten ist wieder die Einschränkung der Ausfuhr nach Rußland, die gegenüber dem 1. Halbjahr 1932 um fast 40 Mill RM oder 77,3 % zurückgegangen ist. Ähnlich groß ist lediglich der Rückgang nach Griechenland (68 %), wenn es sich bei der Ausfuhr nach diesem Land auch nur um einen geringeren Wert handelt. Im übrigen sind die prozentualen Rückgänge nach den europäischen Ländern ungefähr folgende gewesen: zwischen 40 und 50 % nach Frankreich, Tschechoslowakei, Ungarn, Litauen, zwischen 30 und 40 % nach Italien, Schweiz, Österreich, Norwegen, Polen-Danzig, Irischem Freistaat, zwischen 20 und 30 % nach den Niederlanden, Großbritannien, Dänemark, Finnland, Bulgarien. Weniger als 20 % betrug die Ausfuhrminderung nach Schweden, Belgien-Luxemburg, Estland, Jugoslawien, weniger als 10 % nach dem Saargebiet, Lettland, Rumänien. Fast unverändert geblieben ist die Ausfuhr nach Spanien; Portugal ist das einzige europäische Land, nach dem eine Ausfuhrsteigerung erzielt worden ist.

Wesentlich günstiger hat sich die Ausfuhr nach Übersee entwickelt. Hier sind nach verschiedenen Ländern wirkliche Zunahmen zu verzeichnen. So hat Südamerika infolge erheblicher Zunahmen nach Brasilien, Uruguay, Columbien, Venezuela 22 % mehr als im 1. Halbjahr 1932 aufgenommen, auch nach Argentinien und Chile ist das Geschäft anscheinend beständiger geworden, jedenfalls betrugen die Rückgänge hier kaum mehr als 6 %. Ebenso ist die Ausfuhr nach Nordamerika beständig geblieben, nach Afrika, Asien und Australien sind Rückgänge von etwas über 20 % zu verzeichnen, die sich aber auch bei diesen Erdteilen aus Zunahmen (z. B. nach Japan, Palästina, Persien) und Abnahmen nach den verschiedenen Ländern zusammensetzen.

Zahlentafel 3. Deutsche Elektro-Einfuhr aus einzelnen Ländern.

Herkunftsländer[1]	Halbjahresdurchschnitt 1932	1. Halbjahr 1932	1. Halbjahr 1933	Anteil a. d. Gesamt-Elektroeinfuhr: Halbj.-Durchschnitt 1932	1. Halbjahr 1932	1. Halbjahr 1933
	in 1000 RM			%	%	%
Niederlande	2 773	2 722	2 733	21,8	21,2	26,1
Schweiz	1 262	1 346	994	9,9	10,5	9,5
V. S. Amerika	1 338	1 514	965	10,5	11,8	9,2
Ungarn	1 312	1 011	876	10,3	7,9	8,4
Tschechoslowakei	917	1 030	835	7,2	8,0	7,9
Österreich	1 131	1 024	776	8,9	8,0	7,4
Großbritannien	612	647	552	4,8	5,0	5,3
Frankreich	589	639	462	4,6	5,0	4,4
Belgien-Luxemburg	434	457	409	3,4	3,5	3,9
Saargebiet	595	447	390	4,7	3,5	3,7
Dänemark	280	304	281	2,2	2,4	2,7
Italien	301	320	265	2,4	2,5	2,5
Schweden	399	486	240	3,1	3,8	2,3
Norwegen	161	165	141	1,3	1,3	1,3
UdSSR.	37	35	105	0,3	0,3	1,0
sonstige	578	674	459	4,6	5,3	4,4
Insgesamt	12 719	12 821	10 483	100,0	100,0	100,0

[1] Geordnet nach der Größe der Einfuhr im 1. Halbjahr 1933.

Die deutsche Elektroeinfuhr betrug 10,5 Mill RM (s. Zahlentafel 1 und 3). Hauptgruppen sind nach wie vor drahtlose Telegraphie und Telephonie, Glühlampen, Maschinen, Vorrichtungen für Beleuchtung und Kraftübertragung, die zusammen rd. 70 % der Gesamteinfuhr ausmachen.

Hauptlieferanten waren Niederlande, Schweiz, V. S. Amerika, Ungarn, Tschechoslowakei, Österreich, Großbritannien mit fast 75 % Anteil an der deutschen Gesamt-Elektroeinfuhr.

J.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 16: Wer baut Maschinen zum Aufrollen von Mikanitrohren auf die Wicklungselemente von Hochspannungsgeneratoren mit elektrischer Erwärmung der Rohre, ähnlich den Haefely-Maschinen?

Abschluß des Heftes: 4. August 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

AEG-Apyroldraht.

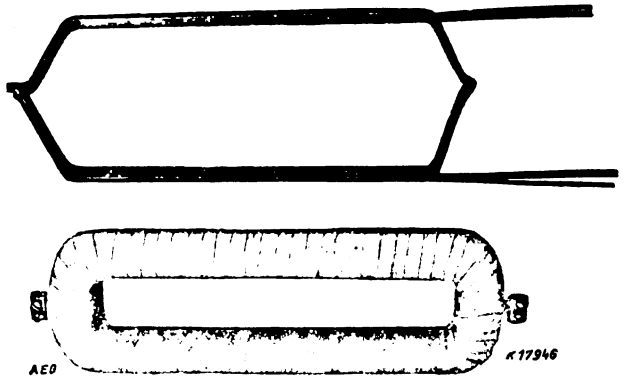
Mitteilung der AEG.

Der Apyroldraht der AEG ist ein Wicklungsdraht mit hoch-wärmebeständiger, spannungsfester Isolation von geringer Auftragstärke und ausreichender mechanischer Festigkeit. Seine Hitzebeständigkeit liegt darin begründet, daß die Isolationsschicht zu etwa 80% aus reinem Asbest besteht und keinerlei Einlagen von Baumwollfäden oder ähnlichen, schon oberhalb etwa 100° verkohlenden und daher leitend werdenden Bestandteilen hat. Er verträgt daher ohne weiteres Temperaturen von 200...250°.

Seine Spannungsfestigkeit verdankt der Apyroldraht einem besonderen Imprägnierverfahren, das den im Rohzustand halbleitenden Asbest unhygroskopisch und zu einem guten Isolator macht. Hierbei wird aber jeder unnötige Ueberschuß an Imprägniermasse bewußt vermieden, also der bei hohen Temperaturen stets etwas erweichende Bestandteil der Isolation möglichst gering gehalten, damit auch die hoch belastete, warme Wicklung ihre ursprüngliche Druckfestigkeit behält.

Die guten mechanischen Eigenschaften der Isolation schließlich sind dadurch gegeben, daß die — ungezwirnte — Asbestfaser auf der Leiteroberfläche zu einer homogenen Schicht verfilzt und einerseits mit dem Leiter verklebt, anderseits in sich durch die hochisolierende Masse verfestigt ist. Die Isolierschicht ist also nicht abwickelbar und hat durch die Art der Aufbringung eine nach allen Richtungen gleichmäßige Festigkeit, etwa wie eine Papierschicht.

Die Isolationsdicke ist kaum größer als bei doppelter Baumwollbespinnung und gestattet gute Ausnutzung des Wickelraumes, da nicht nur wegen der höheren Wärmebeständigkeit, sondern auch mit Rücksicht auf die höhere Wärmeleitfähigkeit der Apyrolisolation eine größere Stromdichte zugelassen werden kann als bei den bisherigen Isolationsarten.



Bahnmotorwicklung aus Apyroldraht.

Der wirtschaftliche Vorteil der Verwendung des Apyroldrahtes liegt darin, daß man bei gleichen Abmessungen der Maschine eine höhere Leistung erzielen oder aber, bei gleichbleibender Leistung, die Abmessungen der Maschine geringer halten kann. Anderseits ist der Apyroldraht für Wicklungen unter Öl ungeeignet und auch zwecklos, weil man mit Rücksicht auf die Zersetzung des Kühlmittels die Betriebstemperaturen unter 100° halten muß, also die hohe Wärmefestigkeit des Apyroldrahtes entfernt nicht ausnutzen kann und mit den billigeren Papier- oder Baumwollisolationen ohne weiteres auskommt.

Für manche Zwecke des Elektromaschinenbaues ist ein Asbestdraht von besonders hoher Spannungsfestigkeit erwünscht. Hierfür wurde der AEG-Lackapyroldraht geschaffen (Auslandspatente, DRP angemeldet). Er stellt die Verbindung eines wärmebeständigen, spannungsfesten Lackdrahtes mit der Apyrolisolation dar und hat reichlich die doppelten Durchschlagwerte des einfachen Apyroldrahtes. Seine Anwendung empfiehlt sich bei höheren Windungsspannungen, also vor allem bei Hochspannungswicklungen, oder wenn man aus bestimmten Gründen die Betriebsicherheit der Maschine erhöhen will. Da infolge der Lackschicht dieser Draht wesentlich unempfindlicher gegen Feuchtigkeit wird, findet er häufig auch Anwendung für Apparate und Maschinen, die in feuchten Betrieben arbeiten sollen.

Von den zahlreichen Anwendungsgebieten des Apyroldrahtes können hier nur die wesentlichsten angedeutet werden.*)

1. Wicklungen für Motoren mit stark schwankenden Belastungen, bei denen also vorübergehend erhebliche Überlastungen und damit Temperaturerhöhungen zu erwarten sind. Hierunter fallen hauptsächlich die Motoren für Walzenstraßen, Hebezeuge, Stanz- und Preßmaschinen usw.

2. Wicklungen für Motoren, die bei geringsten Abmessungen relativ hohe Leistungen abzugeben haben und außerdem überlastungsfähig sein müssen. Als Vertreter dieser Gruppe seien die Motoren für Straßen- und Fernbahnen genannt (s. Abb.). Bei diesen hat sich der Apyroldraht besonders auch deshalb bewährt, weil er gegen die starken im Betriebe auftretenden Erschütterungen völlig unempfindlich ist.

3. Wicklungen für Generatoren, die stark schwankenden Netzbelastungen oder kurzschlußähnlichen Stromstößen ausgesetzt sind, also beispielsweise Generatoren für Bahnkraftwerke.

4. Wicklungen, die hohen Fliehkräften ausgesetzt sind und daher eine druckfeste und dichte, nicht nachgebende Isolation verlangen. Dies gilt besonders für Turboanker sowie für das umlaufende Magnetsystem großer Synchron-Maschinen.

5. Wicklungen für Motoren und Magnete, die teils durch Stromwärme, teils durch äußere Strahlungswärme stark erhitzt werden. Solche Betriebsbedingungen treten beispielsweise für Motoren, Hebezeuge und Magnete in Gießereien und Walzwerken auf.

6. Wicklungen für überlastungsfähige Trocken- u. Schweißtransformatoren.

7. Wicklungen für Tragmagnete. Da es hierbei auf möglichste Gewichtsersparnis ankommt, werden diese Wicklungen meist mit Aluminium-Apyroldraht ausgeführt; zur besseren Raumausnutzung empfiehlt sich die Verwendung von Vierkantdraht mit gleicher Seitenlänge an Stelle des hierbei seltener benutzten Runddrahtes. Tragmagnete erfordern wegen der rauhen Behandlung im Betriebe eine druckfeste, unnachgiebige Isolation, wie sie der Apyroldraht hat.

8. Wicklungen für Schützen- und Hubmagnete. Beim Versagen (Festklemmen) des mechanischen Teiles nimmt der Magnet unter Umständen längere Zeit den vollen Anlaufstrom auf, wobei eine Baumwollisolation verbrennen würde. Abgesehen von der Vermeidung lästiger Betriebstörungen macht sich die Apyroldrahtwicklung schon durch Ersparnisse an Instandsetzungskosten mehr als bezahlt.

9. Schaltverbindungen in Apparaten und Geräten, die Wärme entwickeln. In dieses Anwendungsgebiet fallen z. B. die Verbindungsleitungen in Anlassern, Regulierwiderständen, elektrischen Oefen, sowie auch in Beleuchtungsreglern für Theater.

Der Apyroldraht ist in fast allen für Maschinenwicklungsdrähte üblichen Abmessungen lieferbar, und zwar als Runddraht von etwa 0,4 mm Durchmesser an aufwärts und in Vierkantquerschnitten bis etwa 50 mm² und bis 10 mm größte Seitenlänge. Die Isolationszunahmen sind entsprechend dem Drahtquerschnitt abgestuft und liegen etwa bei 0,25 mm für die dünnen Drahtquerschnitte und etwa bei 0,6 mm für die stärkeren. Als Leitermetall wird für den Elektromaschinenbau fast ausschließlich Elektrolytkupfer verwendet, in Sonderfällen auch Aluminium oder Widerstandslegierungen. Zur Verringerung der beim Wickeln erforderlichen Kräfte sind besonders bei größeren Querschnitten Apyrolpreßlitzen von Vorteil.

Die Wärmebeständigkeit der Apyrolisolation kann nur dann richtig ausgenutzt werden, wenn für die übrigen Teile der Wicklung (Bandagen, Spulenkörper, Zwischenlagen usw.) Stoffe verwendet werden, deren thermische Eigenschaften denen des Apyroldrahtes nach Möglichkeit entsprechen. Das gleiche gilt auch für gegebenenfalls angewendete Kompoundierungen der Spulen.

*) Über alle mit der Verarbeitung und Verwendung des Apyroldrahtes zusammenhängenden Fragen geben die örtlichen AEG-Büros Auskunft.

Digitized by Google

Wir suchen für [3539]

Elektro-Ing.

23 Jahre, ledig, strebsam und arbeitsfreudig

passende Stellung.

Städt. Betriebswerke Ortelsburg.

Kunstharz-Preßwerke

Suchen Sie einen tücht. jg. Fachmann mit gr. Erfahrung auf dem Warm- u. Kaltpreß-Gebiet, firm in allen Isolationspreßmassen, sowie in Zementschiefer (Zementasbest) wie auch in der Zusammensetzung. Matritzen, Heizkörper. Vertraut in allen Fragen dieser Branche, denn er sucht neuen Wirkungskreis im In- oder Auslande. Angebote unt. **E. 3520** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Elektro-Monteur

Werk- u. Handwerks-Meisterpr., Licht-, Kraft-, Kran-, Neon-, Schwachstrom-Anlagen, **sucht geeigneten Posten.** Ang. u. **E. 813** an die Ann.-Exp. **D. Schürmann, Düsseldorf.** [3547]

Isolierpreßstoff-Fachmann,

Ing. für Betrieb und Büro, Organisator für Einrichtung, Kalkulation, Aufbereitung, erfahrener Konstrukteur für Preßformen und Werkzeuge (auch für Steatit), Vorrichtungsb. sucht entsprechende Tätigkeit. Offert. unter **E. 3536** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbet.

Installationsmaterial.

1. Konstrukteur mit langj. Praxis b. führend. mittl. Spezialfabrik und Großfirma. Sondergebiete: Fassungen, Schalter, Steckdosen, sucht, gestützt auf reiche Fabrikationserf. m. Ia Zeugn. u. Referenz., neue, aussichtsreiche Stellung. Angeb. unt. **E. 3551** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Kriegsbeschädigter Ingenieur

für Projektierung und Bau v. Schaltanlagen sowie Hoch- und Niederspannungsleitungen v. Großfirma gesucht. Bewerber (mindestens 50 % kriegsbeschädigt) gewandt in technischer Korrespondenz und im Verkehr mit der Kundschaft, wollen unter Beifügung von Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften und Angabe von Gehaltsansprüchen Angebote einreichen unter **E. 3544** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Infolge Ablebens des bisherigen Inhabers wird für die **Stadtwerke Leipzig** (Gas-, Wasser-, Elektrizitätswerke und Straßenbahn) ein

Kaufmann

als stellvertretender Direktor gesucht.

Bedingung: Gute allgemeine u. kaufmännische Vorbildung. Langjährige erfolgreiche leitende Tätigkeit in öffentlichem Versorgungsunternehmen.

Die Einstellung erfolgt auf Privatdienstvertrag. Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Angabe der Gehaltsansprüche u. des frühesten Antrittstermines werden erbeten bis zum 25. August 1933 an das **Städtische Betriebsamt Leipzig**, Postschließfach 82. [3550]

Selbständiger

Konstrukteur

für modernes Schaltmaterial (Schaltkästen usw.) und Spezialapparate für Waschmaschinen, Kälteanlagen und ähnl. von Apparatefabrik sofort ges. Ausführl. Angebote unter **E. 3549** an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbeten.

Für unser

KABELWERK

suchen wir einen auf dem Gebiet der

Kabel-, Draht- und Gummifabrikation

bestens bewanderten

BETRIEBSLEITER

Reflektiert wird nur auf eine erste Kraft mit besten Empfehlungen. Ausführliche schriftliche Bewerbungen mit lückenlosem Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Angabe der Gehaltsforderung sind zu richten an [3538]

Deutsche Telephonwerke und Kabelindustrie A.-G.
Abt. Sekretariat
BERLIN SO 36, Zeughofstraße 6/9

Beim Stadtrat **Würzburg** ist die Stelle eines

Betriebsdirektors des Städt. El.-Werkes

sobald wie möglich zu besetzen. Dem Stelleninhaber obliegt die technische u. wirtschaftliche Leitung des Städt. El.-Werkes (Stromerzeugung u. Bezug, Betrieb der Großdiesel-Zentrale mit Umformerwerk und des Umspannwerkes, Stromverteilung mit Gleich- und Drehstrom, Stromverrechnung und Tarifgebarung. Werbung, Straßenbeleuchtung usw.). Der Betriebsdirektor des El.-Werkes steht unter der Oberleitung des Generaldirektors der Städt. Werke. Die Anstellung erfolgt in d. Eigenschaft ein. vollbeschäftigt., berufsmäßigen Gemeindebeamten mit Anspruch a. Ruhegehalt u. Hinterbliebenenversorgung; der Stadtrat behält sich die Vereinbarung eines Probejahres vor. Bewerber mit erfolgreich abgeschlossener Hochschulbildung (Dipl.Ing.) u. mit prakt. Tätigkeit, möglichst in leitender Stellung, wollen ihre Gesuche unter Darlegung ihrer persönlichen Verhältnisse und ihrer bisherigen Tätigkeit sowie unt. Angabe d. frühesten Eintrittstermines bis **spätestens 31. August 1933** b. Stadtrat Würzburg, Personalreferat, einreichen. Den Gesuchen sind beizufügen:

1. ein Lichtbild,
2. ein selbstgeschriebener Lebenslauf,
3. das Hauptzeugnis üb. d. techn. Ausbildg.,
4. d. sonstig. Zeugnisse üb. d. bish. Tätigkeit,
5. ein amtsärztliches Gesundheitszeugnis.

Persönliche Vorstellung ist vorerst nicht erwünscht. [3545]

Stadtrat Würzburg.

Erfahrener Ingenieur

mit Prüffeld- und Laboratoriumspraxis für die Leitung des Prüffeldes einer großen Transformatorenfabrik gesucht.

Ausführliche Bewerbungen mit Gehaltsansprüchen, Zeugnisabschriften, Lichtbild usw. erbeten unter **J. P. 6570** an **Rudolf Mosse, Berlin SW 100.** [3543]

Fabrik für Anlaß- und Steuerapparate sucht sehr tüchtigen

Verkaufsorganisator

für Kunden- u. Vertreterbearbeitung. Bewerber müssen über reiche kaufmännische u. technische Erfahrungen verfügen u. mit Karteiwesen vertraut sein. Ausführl. Angeb. erbeten mit Lichtbild u. Gehaltsanspr. unt. **E. 3552** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Zum 15. Oktober soll an der hiesigen reichsanerkannten Maschinenbauschule die Stelle eines Winterlehrers (Wintersemester 1933/34) mit einem

Diplomingenieur

(Elektroingenieur), der Nationalsozialist sein muß, besetzt werden, der in folgenden Fächern Unterricht zu erteilen hat:

Berechnung und Konstruktion elektrischer Maschinen
Elektrische Stromerzeugungsanlagen,
Elektrische Antriebe,
Installation,
Fernmelde- und Hochfrequenztechnik,
Allgemeine wissenschaftliche Fächer.

Als Gehalt wird die Anfangsstufe der Gehaltsgruppe 3a der Mecklenburg-Schwerinschen Staatsbeamten gewährt, das in monatl. Raten von 270 RM. brutto im Voraus gezahlt wird. Meldungen sind mit Zeugnissen in Urschrift oder beglaubigter Abschrift bis zum 1. September ds. Js. an den Rat der Stadt Neustadt-Glewe zu richten.

Neustadt-Glewe (Mecklb.), den 5. August 1933.
Der Rat. [3553]

SPEZIALIST

in Glühlampenreparatur gesucht fürs Ausland. Ausführliche Angebote unter **„JUGO"/E. 3542** a. die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang | Berlin, 17. August 1933 | Heft 33

Neue Verfahren der Temperaturregelung industrieller Öfen*.

Von Max Lang, Prag—Ostrau.

Übersicht. Die Wärmespeicherfähigkeit industrieller Öfen und die damit verbundene geringe Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Temperaturänderung erfordern zwecks Vermeidung von Pendelungen eine indirekte Rückführung der Meßgröße. Durch die in der Praxis üblichen Verfahren, wie isodrome Rückführung, Pendelsperre, Regelung nach den Temperaturgradienten, ist es zwar möglich, den Regelvorgang mit Sicherheit aperiodisch zu gestalten, jedoch sind die Erzielung der höchstmöglichen Regelgeschwindigkeit und der Schutz des Ofenbaustoffes vor Überbeanspruchung nicht verbürgt. Es werden Verfahren gezeigt, nach welchen das gesamte Temperaturfeld des Ofens erfaßt wird, in dessen Abhängigkeit die Steuerung des Regelgliedes erfolgt. Dadurch ist es möglich, die drei Hauptforderungen zu erfüllen, die an eine Temperaturregelung gestellt werden (außer der primären Forderung der Regelung der Guttemperatur): 1. aperiodisches Arbeiten der Regelung, 2. Erzielung der jedem Wärmesystem eigentümlichen höchsten Regelgeschwindigkeit, 3. Schutz vor Überbeanspruchung des Baustoffes des Feuerraumes.

In der Temperaturregeltechnik spielt die Verzögerung der Rückmeldung der geregelten Größe infolge des Speichervermögens und der damit verbundenen endlichen Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wärme eine entscheidende Rolle. Der Fall liegt meist so, daß durch Beeinflussung der Feuerraum- (Heizraum-) Temperatur die Temperatur des Gutes bzw. des eigentlichen Ofenraumes nach einem gewissen Gesetz, meist auf Konstanz, geregelt werden soll. Eine Temperaturänderung des Feuerraumes in Abhängigkeit von einer Temperaturänderung des Ofenraumes, in welchem sich das Pyrometer befindet, wirkt sich erst nach einer gewissen Zeitdauer aus, die den eigentümlichen Eigenschaften des Wärmesystems entspricht. Eine direkte Rückführung des Reglers durch die Meßgröße, wie es bei der verzögerungslosen Druck- und Geschwindigkeitsregelung der Fall ist, würde aus den vorgenannten Gründen zur Überregelung und damit zu Pendelungen führen. Man hat aus diesen Gründen die Temperaturregel-Einrichtungen derart durchgebildet, daß eine Berücksichtigung der Verzögerung in irgendeiner Form erfolgt.

Die isodrome Rückführung, meist angewendet bei Regelanordnungen mit rotierendem Verstellglied (da hierbei einfache Kupplungsmöglichkeit besteht) und sehr großen Verzögerungszeiten, arbeitet so, daß das Gleichgewicht des Reglers mit der Verstellung des Regelgliedes hergestellt wird; die Rückführung muß nach Auswirkung des Regelvorganges am Pyrometer auf ihren Nullwert zurückgegangen sein; das Zeitrückstellgesetz muß der Ofenkennlinie angepaßt sein. Ein anderes Verfahren ist die Aussetzregelung, die nach einer gewissen Anzahl von Regelimpulsen den Steuerstromkreis unterbricht, um erst die Auswirkung abzuwarten; kommt der Regler dann nicht ins Gleichgewicht, so wird das Regelglied weiter verstellt; diese Einrichtung wird meist bei elektrischen Öfen und Öfen mit kleiner Speicherfähigkeit angewandt. Eine weitere Möglichkeit liegt in der Regelung nach der zeitlichen Änderungstendenz des Temperaturverlaufes im Ofen, konnte aber infolge gewisser Schwierigkeiten keinen Eingang in die Praxis finden. Die Hauptschwierigkeit dieses Verfahrens liegt darin, daß eine Änderung der festgelegten Temperaturverteilung im Ofen eine Änderung der Guttemperatur vortäuscht, und somit eine Fehlregelung erfolgen würde. Die Verwendung der angeführten Vorrichtungen gewährt zwar die Sicherheit, daß der Regelvorgang aperiodisch bleibt, sie verbürgt aber nicht die Erreichung der jedem System eigentümlichen höchsten Regelgeschwindigkeit. Die höchste Regelgeschwindigkeit hängt ab: von der Speicherfähigkeit des Ofens, der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wärme im Ofen, der Verzögerung des Reglers, den Laufzeiten der Verstellglieder und vor allem von der höchsten zulässigen Temperaturdifferenz zwischen Gut- und Feuerraum, d. h. bei festgelegter Guttemperatur von der höchst zulässigen Wärmebeanspruchung des Baustoffes des Feuerraumes. Mit der Möglichkeit der Steigerung dieser Temperatur kann die Regelgeschwindigkeit in gleichem Maße erhöht werden.

Die anfangs erwähnten indirekten Rückführeinrichtungen nehmen auf das Verhältnis der Feuerraumtemperatur zur zulässigen Temperaturbeanspruchung keine Rücksicht; es wird einerseits die Wärmefestigkeit des Baustoffes nicht planmäßig im Sinne erhöhter Regelgeschwindigkeit ausgenutzt, anderseits ist die Möglichkeit einer Gefährdung des Baustoffes gegeben. Da die theoretischen und gerätetechnischen Fragen der Temperaturregeltechnik bis heute noch nicht zu einer Systematik zusammengefaßt wurden, sei, um die Stellung der vorliegenden Arbeit im Rahmen der bestehenden Literatur über dieses Gebiet zu kennzeichnen, folgendes bemerkt: Das Wissensgebiet der Temperaturregeltechnik, also die Summe aller seiner Probleme technischen und theoretischen Inhalts, teilt man vorteilhaft auf Grund der Gegebenheiten mit innerer Notwendigkeit in nachgenannte vier Gruppen:

1. Regelgenauigkeit,
2. Schwingungsverhalten, Aperiodizitätsbedingung,
3. Regelgeschwindigkeit,
4. Anheizvorgang (thermische Beanspruchung des Heizraumes).

Die vorliegende Arbeit weist vor allem auf technische Verfahren hin, die es gestatten, Regeleinrichtungen so durchzubilden, daß sie die Forderungen der Punkte 2, 3 und 4 mit hoher Vollkommenheit erfüllen. Die Regelgenauigkeit selbst wird durch die Anwendung der vorgeschlagenen Verfahren nicht beeinflußt.

Um die höchste erreichbare Regelgeschwindigkeit und den Schutz des Baustoffes des Feuerraumes zu erzielen, schlägt der Verfasser eine Ausgestaltung der Regeleinrichtung in der Weise vor, daß das gesamte Temperaturfeld des Wärmesystems erfaßt bzw. die Meßgröße direkt als Rückmeldegröße verwendet wird. Die Steuerung des Regelgliedes erfolgt in Abhängigkeit vom Temperaturfeld, das in seiner zeitlichen und räumlichen Veränderlichkeit bestimmt wird, u. zw. derart, daß nach einem bestimmten Gesetz die Temperaturwerte gewisser Punkte des Wärmesystems auf den Regler übertragen werden und die Regelimpulse über eine Relais-Verriegelungsvorrichtung auf das Verstellglied wirken. Das Wesen dieser Relaisverriegelung besteht darin, daß die Auswirkungsmöglichkeit eines Regelimpulses von der Art und Richtung des vorhergehenden Regelimpulses in vorgegebener Weise abhängig gemacht wird; letzterer hatte ja infolge des schrittweisen Abtastens des Temperaturfeldes mit Hilfe eines periodisch arbeitenden Pyrometerumschalters ein anderes Pyrometer als Ausgangsgröße. Durch diese Einrichtung wird der Temperaturgröße jedes Punktes des Wärmesystems, dessen Temperatur durch ein Fühlorgan erfaßt wird, eine gewisse Wertigkeit in bezug auf den Re-

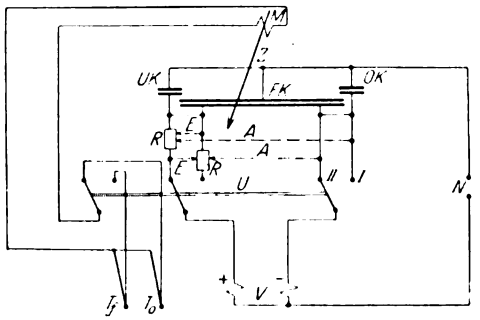
* Die in dieser Arbeit vorgeschlagenen Regelungsverfahren wurden entwickelt anläßlich der Ausrüstung eines elektrisch geheizten Duferrit-Cyan-Härteofens der Tatra-Automobil-Werke in Nesselsdorf (ČSR) mit einer selbsttätigen Regelungseinrichtung.

Digitized by Google

gelvorgang zugeordnet. Die Erklärung der in den Abb. 1 bis 4 dargestellten Verriegelungsvorrichtung geht aus dem zugehörigen Text hervor. Die Schaltung der einpolig gezeichneten Relais-Steuerdoppelleitung ist so gedacht, daß die Magnet-Betätigungswicklung des mit zwei Spulen ausgerüsteten Halterelais zum Schließen und Öffnen der Leitung in Reihe liegt mit der Regelimpulsleitung, die zum Verstellorgan führt. Im nachstehenden sollen einige Ausführungsmöglichkeiten dieses Prinzips beschrieben werden unter Zugrundelegung der elektrischen Temperaturregelsysteme, die nach dem Schrittverfahren arbeiten, wo also das Ausgangsglied für die Regelimpulse ein Fallbügelgerät mit Grenz- und Fallbügelkontakten ist. In Deutschland werden solche Anlagen vor allem von den Firmen Siemens & Halske, Hartmann & Braun, Ruhstrat und von Eres hergestellt. Die vorgeschlagenen Verfahren eignen sich nur für das Schrittregelverfahren in Anwendung bei Wärmesystemen, da nur hier infolge der Verzögerung die Zeit zum Abtasten des Temperaturfeldes vorhanden ist.

Regelung nach Gut- und Heizraumtemperatur mit Verriegelung der Impulsleitungen.

Die in Abb. 1 dargestellte Regelanordnung regelt sowohl Feuer- (Heiz-) als auch Ofenraumtemperatur, wobei die erwähnte Erhöhung der Regelgeschwindigkeit erzielt wird, indem durch entsprechende Einstellung des oberen Grenzkontaktes die Wärmefestigkeit des Baustoffes bis zur höchsten Beanspruchung ausgenutzt werden kann. Eine gegenseitige Verriegelungseinrichtung, bestehend aus 2 Halterelais, verhindert, daß der Ofen- und der Feuerraum-Regelungsimpuls sich entgegenwirken.



M	Drehspul-Meßwerk		Energie, — bedeutet weniger Energie)
Z	Zeiger	*R*	Halterelais mit 2 Kontaktendlagen (das Relais verharrt so lange in einer Stellung, bis ein Gegenimpuls folgt)
UK	unterer Grenzkontakt	*E*	Steuerdoppelleitung (einpolig gezeichnet), schaltet Relais *R* ein
OK	oberer Grenzkontakt	*A*	Steuerleitung, schaltet Relais aus
FK	Fallbügelkontakt	*N*	Netz.
U	selbsttätiger Dreifachumschalter, gesteuert vom Antrieb des Fallbügelkontaktes		
T_o	Pyrometer im Ofen-(Gut-)Raum		
T_f	Pyrometer i. Feuer-(Heiz-)Raum		
V	Verstellmotor des Regelgliedes bzw. Halterelais des Schaltschützes (+ bedeutet mehr		

Abb. 1. Regelung nach Gut- und Heizraumtemperatur mit Verriegelung der Impulsleitungen.

Der Aufbau dieser Einrichtung umfaßt grundsätzlich: 2 Pyrometer, 1 Temperaturregler, 2 Halterelais, 1 selbsttätigen Umschalter mit 3 Kontaktbahnen. Mit Hilfe des Umschalters wird abwechselnd das Pyrometer des Feuer- und Ofenraumes an das Meßwerk gelegt, gleichzeitig damit wird in starrer Kopplung die Impulsleitung umgeschaltet. Die Arbeitsweise ist folgende:

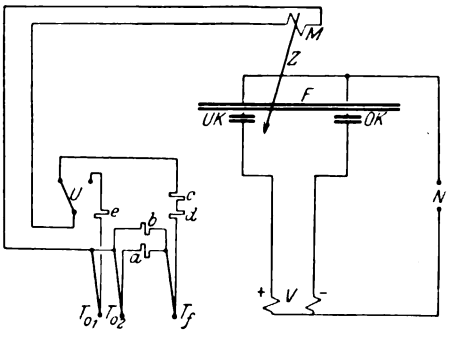
Feuerraumtemperatur zu hoch: a) Umschaltstellung I, Regelorgan schaltet aus; b) Umschaltstellung II, Ofentemperatur niedrig: Regelorgan kann nicht einschalten; Ofentemperatur hoch: Regelorgan schaltet aus.

Feuerraumtemperatur niedrig: a) Umschaltstellung I, Regelorgan schaltet ein, falls Ofentemperatur niedrig war; b) Umschaltstellung II, Ofentemperatur niedrig, Regelorgan schaltet ein; Ofentemperatur hoch, Regelorgan schaltet aus.

Bei Verwendung eines Temperaturreglers wie im dargestellten Falle kommen die Verstellglieder schwer zur Ruhe, da es nicht möglich ist, durch Wahl einer bestimmten Entfernung der Grenzkontakte ein gewisses Beruhigungspiel einzustellen; will man diesen Nachteil umgehen, so verwendet man zwei Temperaturregler.

Regelung nach der Gut- und zeitlich korrigierten Heizraumtemperatur

Bei der Anordnung nach Abb. 2, die aus 2 Pyrometern, 1 Temperaturregler, einem vom Fallbügel gesteuerten Umschalterelais und Justierwiderständen besteht, erhält das Verstellglied über den Regler Impulse abwechselnd in Abhängigkeit von der Ofenraumtemperatur und von einem Temperaturwert, der nach einem gewissen Gesetz aus



M	Drehspul-Meßwerk	*a* ··· *e*	Justierwiderstände
Z	Zeiger	*V*	Verstellmotor bzw. Halterelais
F	Fallbügel	T_{o_1}, T_{o_2}	Pyrometer im Ofenraum
UK	unterer Grenzkontakt	T_f	Pyrometer im Feuerraum
OK	oberer Grenzkontakt	*N*	Netz.
U	Umschalter		

Abb. 2. Regelung nach der Gut- und zeitlich korrigierten Heizraumtemperatur.

Feuer- und Ofenraumtemperatur gebildet ist. Die in Abb. 2 dargestellte Reihenschaltung der Pyrometer zwecks schneller Aufheizung des Ofens, solange die Guttemperatur tief liegt, ist nicht zu verwechseln mit der in Abb. 4 dargestellten Temperaturgradienten-Schaltung. Die Größen der beiden Justierwiderstände *a*, *b* (zusammengehörende Gruppe) und *c* werden den charakteristischen Ofeneigenschaften angepaßt, die Justierwiderstände *d* und *e* so bemessen, daß die Grenzkontaktstellungen für Ofen- und Feuerraumtemperatur zusammenfallen, d. h. daß man mit einem Regelgerät auskommt. Für die Bestimmung der beiden Widerstandswerte *a*, *b* und *c* sind zwei Bedingungen gestellt: 1. Die Feuerraumtemperatur darf beim Anheizen oder bei großen Temperaturschwankungen einen vorgeschriebenen Wert nicht überschreiten bzw. muß einen gewissen Wert erreichen; 2. bei Annäherung an den Dauer-Gleichgewichtszustand des Ofens muß der mV-Wert des Pyrometersatzes dem Soll-Temperaturwert des Feuerraumes gleich sein, der eine ganz bestimmte, der Ofenraumtemperatur entsprechende Größe hat.

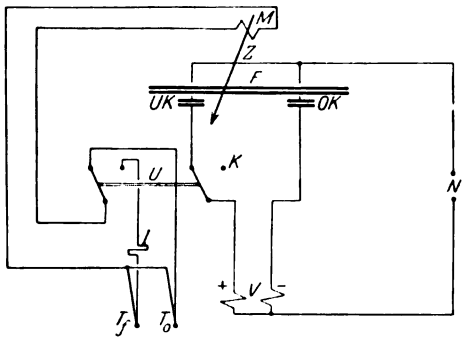
Diese Anordnung regelt also auf die geforderte Ofenraumtemperatur, erreicht hierbei die höchste Grenzregelgeschwindigkeit durch Ausnutzung der Wärmefestigkeit des Feuerraum-Baustoffes und schützt diesen gleichzeitig vor Überbeanspruchung. Bei richtiger Größengebung der Justierwiderstände ist ein Entgegenwirken des Ofen- und Feuerraum-Temperaturimpulses nicht zu erwarten, gegebenenfalls kann man die Verriegelungschaltung von Abb. 1 vorsehen. In der Zeichnung sind der Deutlichkeit halber drei Pyrometer dargestellt, in der Ausführung sind durch Umschaltung nur zwei Stück erforderlich.

Regeleinrichtung mit Sicherheitsschaltung zur Vermeidung einer Gefahrtemperatur des Feuerraumes.

Die Einrichtung nach Abb. 3, bestehend aus 2 Pyrometern, 1 Temperaturregelgerät, 1 Doppelumschalter, 1 Justierwiderstand, hat den Zweck, eine unzulässige Überschreitung der Feuerraumtemperatur zu verhüten. Mit Hilfe eines selbsttätigen Meßstellen-Umschaltrelais wird abwechselnd das Feuerraum- und Ofenraumpyrometer an das Meßwerk des Temperaturregelgerätes gelegt; durch Verwendung eines Justierwiderstandes im Stromkreis des Feuerraumpyrometers ist es möglich, die gleichen Grenzkontaktstellungen zu benutzen, also mit einem Regelgerät auszukommen. Dient ein Ofen für verschiedene Zwecke und will man vollkommen frei sein in der Einstellung der Regelkontakte, so sind zwei Temperaturregler vorzusehen; der Umschalter im Meßstromkreis fällt weg, es bleibt lediglich der Umschalter im Steuerstromkreis. Die Anordnung arbeitet derart, daß der Ofen nach der Guttemperatur geregelt wird, es erfolgt jedoch nach jedem Impuls eine Kontrolle der Feuerraumtemperatur.

Digitized by Google

Wie in Abb. 2 so ist auch hier bei Verwendung nur eines Regelgerätes das Beruhigungspiel frei einstellbar und damit die Arbeitshäufigkeit der Verstellglieder bestimmbar.



M	Drehspul-Meßwerk	*K*	freier Kontakt
Z	Zeiger	*J*	Justierwiderstand
F	Fallbügel	T_o	Pyrometer im Ofenraum
UK	unterer Grenzkontakt	T_f	Pyrometer im Heizraum
OK	oberer Grenzkontakt	*V*	Verstellmotor bzw. Halterelais
U	selbsttätiger Umschalter	*N*	Netz.

Abb. 3. Regeleinrichtung mit Sicherheitsschaltung zur Vermeidung einer Gefahrtemperatur des Feuerraumes.

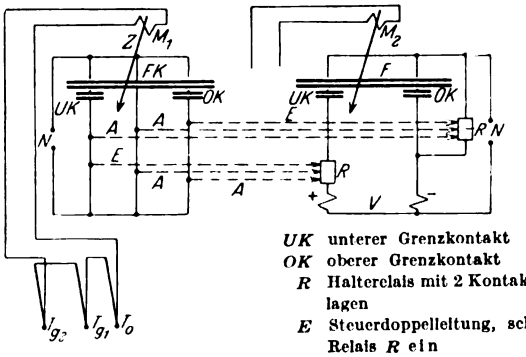
Regelung nach dem Temperaturfeld in Vorbeeinflussung durch die Temperaturgradienten.

Während die in Abb. 1 und 2 dargestellten Anordnungen die höchstmögliche Regelgeschwindigkeit gewährleisten, den Baustoff des Feuerraumes vor thermischen Überbeanspruchungen schützen und natürlich als Hauptzweck die Guttemperatur regeln, bieten diese Einrichtungen keine unbedingte Gewähr für das aperiodische Verhalten der Regelung, zumindest nicht bei Systemen mit großer Wärmespeicherfähigkeit. Für die Regelung sehr großer Öfen sei noch eine Einrichtung beschrieben, deren Beschaffung zwar einen größeren wirtschaftlichen Aufwand erfordert, die aber die vier Hauptforderungen einer Temperaturregeleinrichtung erfüllt:

1. Regelung der Guttemperatur mit hoher Genauigkeit,
2. Erzielung der höchstmöglichen Regelgeschwindigkeit,
3. aperiodisches Verhalten der Regelung,
4. Schutz vor thermischer Überbeanspruchung des Feuerraumes.

Eine derartige Einrichtung besteht im wesentlichen aus einer in Abb. 2 dargestellten Anordnung, jedoch mit der Erweiterung, daß der Temperaturgradient des Systems erfaßt wird und mittels eines Regelgerätes den Steuerstromkreis bei Überschreitung eines dem Ofen entsprechenden Wertes beeinflußt. Beim raschen Anheizen wird beim Auftreten einer Wärmewelle, die die Guttemperatur über den zulässigen Wert erhöhen könnte, das Verstellglied gedrosselt bzw. die Energiezufuhr abgeschaltet. Eine Verriegelungsvorrichtung sorgt dafür, daß nur bei Unterschreitung des Temperaturgradienten unter einen bestimmten einstellbaren Wert die Plus-Impulsleitung eingeschaltet wird.

Die vorbeschriebene Anordnung (Abb. 4) erfordert etwa 4 Pyrometer, 2 Regelgeräte, 2 Umschalterelais, Justierwiderstände; der Aufwand ist etwa doppelt so groß wie bei den übrigen beschriebenen Regelungen. Durch entsprechende Justierwiderstände im Gradientenstromkreis und Anwendung zusätzlicher Relais ist es auch hier möglich, mit einem Regelgerät auszukommen.



		UK	unterer Grenzkontakt
		OK	oberer Grenzkontakt
		R	Halterelais mit 2 Kontaktendlagen
		E	Steuerdoppelleitung, schaltet Relais *R* ein
		A	Steuerdoppelleitung, schaltet Relais *R* aus
M_1	Drehspul-Meßwerk des Temperaturgradienten-Regelgerätes	*V*	Verstellmotor bzw. Halterelais
M_2	Drehspul-Meßwerk des Temperaturregelgerätes	*N*	Netz
F	Fallbügel	T_{g1}, T_{g2}	Pyrometer in Wand zwischen Ofen- und Heizraum
FK	Fallbügelkontakt	T_o	Pyrometer im Ofenraum

Abb. 4. Regelung nach dem Temperaturfeld in Vorbeeinflussung durch den Temperaturgradienten.

Die hier vorgeschlagenen Regelverfahren sind dann zu empfehlen, wenn eine einfache, aus Pyrometer und Regelgerät bestehende Einrichtung den Anforderungen an die Regelung, wie Regelgeschwindigkeit, pendelungsfreies Regeln, Schutz des Feuerraum-Baustoffes, nicht genügt; je nach der vorliegenden Ofenkonstruktion wird der eine oder andere Vorschlag der geeignete sein.

Schrifttum.

(Es sind lediglich Arbeiten aus dem Gebiete der Temperaturregeltechnik angeführt, die auf das Thema des vorstehenden Aufsatzes in engerem Sinne Bezug haben.)

V. Paschkis, Über die Regelung der Temperatur in industriellen Öfen, Forschg. Ing.-Wes. Bd. 2 (1931), S. 29; Genauigkeitsbetrachtungen über den Regelvorgang des Aussetzverfahrens; regeltechnische Messungen.

W. Kniehahn, Wärme Bd. 53, S. 697.

C. Himmler, Über Pendelungen bei wärmetechnischen Regelvorgängen, Z. techn. Physik Bd. 10 (1929), S. 579.

M. Lang, Temperaturregelung, HDI-Mitt. 1932, S. 406.

M. Lang, Anordnung der Regelfühler selbsttätiger Temperaturregeleinrichtungen von Heizungsanlagen, Gesundh.-Ing. 1933, S. 25; Regelanordnungen für Systeme großer Wärmespeicherfähigkeit; Verfahren des isothermen Regelfühlers.

M. Lang, Entwurf zu einer Theorie der Temperaturregeltechnik, Z. techn. Physik Bd. 14 (1933), S. 98; mathematische Fassung des Regelvorganges.

Schwenktraverse mit neuartiger Stoßdämpfung.

In letzter Zeit sind in Deutschland und auch im Auslande vielfach Freileitungsmaste mit Schwenktraversen ausgerüstet worden. In ETZ 1932, S. 917, wurde über die Verwendung von Schwenktraversen in Amerika berichtet. Es soll in folgendem eine von BBC konstruierte und in Deutschland wie auch im Auslande in großem Umfange verwendete Schwenktraverse[1] beschrieben werden. Diese Traverse hat den besonderen Vorteil, daß sie beim Seilbruch Stoßbelastungen der Maste, Isolatoren und Seile verhindert.

Diese Traverse ist so konstruiert und so mit dem Mast verbunden, daß bei einem Seilbruch der Torsionswiderstand des nicht besonders auf Verdrehung berechneten Tragmastes bis zur zulässigen Grenze zur Bremswirkung, d. h. zur Stoßdämpfung, herangezogen wird. Dies wird dadurch erreicht, daß zwischen Mast und Traverse Zwischenglieder, z. B. Biegungstäbe, Knickstäbe oder dgl., eingeschaltet werden. Abb. 1 zeigt eine solche Traversenkonstruktion. Die Zwischenglieder werden so bemessen, daß sie nach Erreichen der zulässigen Torsions-Grenzbelastung des Mastes nachgeben und die mit dem Mast gelenkig verbundene Traverse zum Auspendeln freigeben, wobei das auf der Druckseite angeordnete Zwischenglied bis zum Erreichen des Endruhezustandes dämpfend wirkt. Die Dämpfung wird durch die Deformierungsarbeit des Biegungstabes oder Knickstabes bewirkt.

Umfangreiche Versuche, welche vor Einführung der Traverse in die Praxis auf dem BBC-Versuchsfelde in Rheinau durchgeführt wurden, haben gezeigt, daß die Traverse mit Stoßdämpfung die an sie gestellten Erwartungen voll und ganz erfüllt[2]. Die Versuche wurden an einer Versuchs-Doppelleitung durchgeführt, bei der je 3 Leiterseile an einer Schwenktraverse verlegt waren (Abb. 2 bis 4). Bei den Versuchen wurde folgendes festgestellt:

1. Das Auspendeln der Traverse nach dem Seilbruch erfolgte stets langsam und ganz gleichmäßig.
2. Während der Auspendelung der Traverse schwingen Isolatorenketten und Traverse nicht über die Endruhelage hinaus (durch Filmaufnahme kontrolliert). Dies bedeutet, daß nach dem Seilbruch der auf Traverse und Mast wirkende Seilzug im Nachbarfeld

[1] DRP. 495821.

[2] Brown Boveri Mitt. 1931, H. 4, S. 138.

Digitized by Google

zu keiner Zeit der Traversenauspendelung größer war als im Endruhezustand. Auf die nichtgebrochenen Seile, die Armaturen, Isolatoren und den Mast mit Traverse kamen nach dem Seilbruch keine Stoßbelastungen.

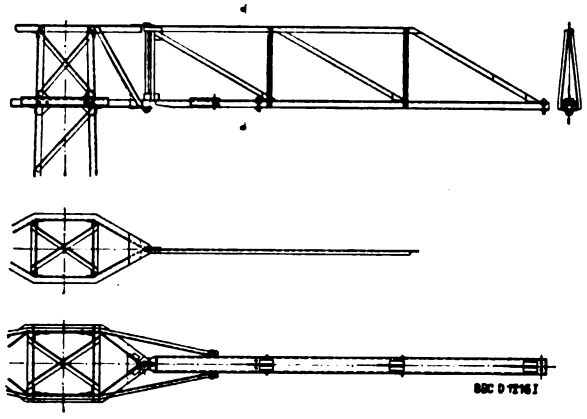


Abb. 1. BBC-Schwenktraverse mit Stoßdämpfung für eine 60 kV-Leitung 3 · 50 mm² Cu + 1 · 50 mm² Fe. Spannweite 200 m.

3. Das unter 1 und 2 Gesagte gilt auch für den Fall, daß das zweite Leiterseil durchgeschnitten wird.
4. Beim nächsten Tragmast pendelt die Schwenktraverse nur noch wenig aus (Abb. 3).

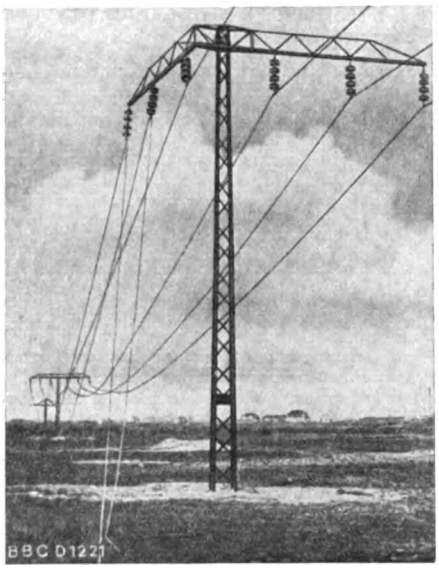


Abb. 2. Ausgependelte Traverse des Versuchsmastes Nr. 3 nach Durchschneiden von 2 Leiterseilen im Feld zwischen den Masten Nr. 3 und 4. Die Traverse des Versuchsmastes Nr. 2 (im Hintergrund) ist nur um etwa 25° ausgeschwungen. 6 · 25 mm² Cu. Spannweite 140 mm.

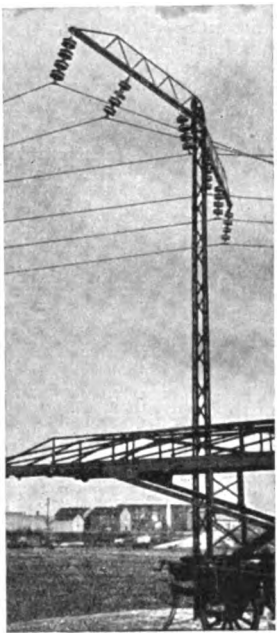


Abb. 3. Ausgependelte Traverse des Versuchsmastes Nr. 2 nach Durchschneiden von zwei Leiterseilen im Feld zwischen den Masten Nr. 3 und 4.

5. Die erforderlichen Instandsetzungsarbeiten nach einem Seilbruch nehmen nur wenig Zeit in Anspruch. Die ausgependelte Traverse braucht nur wieder in ihre Normallage zurückgebracht werden; das deformierte Zwischenglied kann später gelegentlich ausgewechselt werden. Die Seile brauchen nicht neu einreguliert werden, weil feste Hängeklemmen verwendet werden können. Die gleichzeitige Verwendung von Rutschklemmen ist bei der Schwenktraverse mit Stoßdämpfung nicht erforderlich.

Auch an bestehenden, mit Schwenktraversen mit Stoßdämpfung ausgerüsteten Hochspannungsfreileitungen im In- und Auslande wurden vielfach praktische Versuche mit den Schwenktraversen durchgeführt. Diese Versuche, welche auch in Gegenwart von Behörden durchgeführt wurden, zeigten immer die gleichen Resultate wie die oben beschriebenen Versuche auf dem Versuchsfelde in Rheinau.

Maste mit Schwenktraversen mit Stoßdämpfung haben gegenüber Tragmasten mit festen Traversen den Vorzug, daß sie bei kleineren Mastgewichten, kleineren Fundamenten und kleineren Anlage- und Unterhaltungskosten eine größere Betriebsicherheit aufweisen. Ein großer Vorteil der Schwenktraverse mit Stoßdämpfung ist, daß sie sich im normalen Betriebe genau so verhält wie eine feste Traverse, weil das Auspendeln erst bei Horizontallasten von bestimmter Größe stattfinden kann. Winddruck in Leitungsrichtung oder Differenzzüge in den Seilen, herrührend von Temperaturschwankungen, bewirken keine Auspendelung der Traverse. Die Seilmontage kann genau wie bei Verwendung fester Traversen durchgeführt werden, denn eine Verankerung der Traverse mit Stoßdämpfung ist bei der Seilmontage nicht erforderlich.

Bei den hier abgebildeten, ausgeführten Traversen sind die Leiterseile immer in einer horizontalen Ebene angeordnet. Diese Leiteranordnung bietet bekanntlich die größte Sicherheit gegen Zusammenschlagen der Leitungen. Die Schwenktraverse mit Stoßdämpfung kann selbstverständlich auch für alle anderen Seilanordnungen verwendet werden.

Es sei noch besonders darauf hingewiesen, daß die hier beschriebene Schwenktraverse mit Stoßdämpfung nicht nur bei Eisengittermasten, sondern auch bei anderen Masten, z. B. Eisenbetonmasten oder Holzmasten, mit Vorteil verwendet werden kann. Sie kann auch leicht an schon bestehenden Masten angebracht werden. Dieses bietet besonders dann große Vorteile wenn alte Leitungen mit nichtverdrehungsicheren Masten umgebaut werden, z. B. bei Auswechslung von Stützisolatoren durch Hängisolatoren. Bei Leitungen mit Hängisolatoren müssen bekanntlich nach den V. S. F. 1930 die Maste so bemessen sein, daß sie Verdrehungsbelastungen bei Seilbruch aufnehmen können. Die Tragmaste müssen mindestens für den halben Zug eines Leiterseiles verdrehungsicher berechnet sein, wenn nicht besondere Hilfsmittel angewendet werden, welche beim Seilbruch Torsionsbelastungen der Maste verhindern. Zu diesen Hilfsmitteln gehört in erster Linie die Schwenktraverse mit Stoßdämpfung. Die Traverse kann so konstruiert werden, daß bei ihrer Verwendung an älteren Tragmasten, welche für keine besonderen Verdrehungsbelastungen berechnet wurden, diese ohne weiteres beibehalten werden können.

Abb. 4. Ausgependelte Traverse des Versuchsmastes Nr. 3. Der Knickstab auf der Zugseite ist etwas verbogen und dann ausgelöst. Der Knickstab auf der Druckseite ist vollkommen deformiert.

Die Schwenktraverse mit Stoßdämpfung bildet daher ein einfaches und billiges Mittel, beim Umbau älterer Freileitungen die Betriebsicherheit der ganzen Anlage wesentlich zu erhöhen.

Gollhofer.

Digitized by Google

Der Asynchronmotor bei Betrieb mit kleiner Frequenz.

Von Dipl.-Ing. **Erwin Rodewald**, Berlin.

Übersicht. An Hand des Kreisdiagrammes wird das Verhalten des Asynchronmotors bei Speisung mit kleiner Frequenz dargestellt. Es zeigt sich, daß unter gewissen Voraussetzungen der Motor durchaus praktisch brauchbar bleibt. Das Kippmoment läßt sich sogar größer machen als bei Betrieb mit normaler Frequenz.

Anwendungsgebiet.

Es tritt in der Praxis oft der Wunsch auf, Motoren, die normal mit hoher Drehzahl laufen, vorübergehend mit einer Drehzahl zu betreiben, die in der Größenordnung von etwa $^1/_{10}$ der normalen liegt. Bei Papierkalandern z. B. braucht man die niedrige Drehzahl zum Einziehen des Papiers, bei Zentrifugen zum Füllen der Schleudertrommeln, bei Aufzügen zum sanften Einfahren in die Haltestelle. Durch Einschalten von Widerstand in den Läuferkreis des Asynchronmotors läßt sich diese Drehzahl nur unter großem Energieverlust erreichen. Regelt man bis auf $^1/_{10}$ der normalen, so geht das Neunfache der Nutzleistung im Schlupfwiderstand verloren. Außerdem scheidet diese Betriebsart meist schon deshalb aus, weil die Drehzahl sich sehr stark mit der Belastung ändern würde. Hier erscheint als zweckmäßige Lösung die Speisung mit kleiner Frequenz.

In andern Fällen läßt schon der normale Betrieb die Anwendung von kleinen Frequenzen wünschenswert erscheinen. Um bei einer Netzfrequenz von 50 Per/s langsamlaufende Maschinen zu bekommen, muß man die Maschinen vielpolig ausführen und kommt dann auf große Durchmesser. Geht man hier zur Speisung mit kleiner Frequenz über, so bekommt man die Durchmesser so klein, daß man z. B. bei Rollgangsmotoren den Motor in die Rolle einbauen kann.

Für die Erzeugung der kleinen Frequenz kommen Motorgeneratoren und asynchrone Einankerumformer (Frequenzwandler) in Frage. Je kleiner die gewünschte Frequenz ist, desto mehr ist letztere Maschine preislich und wirtschaftlich im Vorteil, da sich ihre Modellgröße nicht wie die des Synchrongenerators umgekehrt proportional der Frequenz ändert, sondern unabhängig von der Frequenz konstant bleibt. Bei Frequenzen kleiner als etwa 10 Per/s wird man jedenfalls immer den asynchronen Einankerumformer in Erwägung ziehen müssen.

Physikalisches Verhalten.

Gegen den Betrieb von Asynchronmotoren mit kleiner Frequenz wird nun vielfach der Einwand erhoben, daß dabei der Motor „sein Moment verliert". In der Tat geht das Kippmoment, wenn man die Netzspannung verhältnisgleich mit der Frequenz herabsetzt, recht erheblich zurück. Dies erklärt sich folgendermaßen: Der primäre Ohmsche Spannungsabfall bleibt, wenn sich die Frequenz ändert, in absolut gleicher Höhe bestehen. Er macht bei kleiner Frequenz einen wesentlich höheren Anteil der Netzspannung aus als bei der normalen Frequenz von 50 Per/s, wo man ihn ohne großen Fehler vernachlässigen kann. Infolgedessen geht die innere EMK mehr als verhältnisgleich der Frequenz zurück. Damit wird auch der Kraftfluß kleiner als bei Speisung mit hoher Frequenz und in gleichem Maße das Drehmoment, das bekanntlich dem Produkt aus dem Kraftfluß und der gegen den Kraftfluß um 90 ° phasenverschobenen Stromkomponente verhältnisgleich ist.

Es hindert uns jedoch nichts, bei der kleinen Frequenz die Netzspannung wesentlich höher zu halten als entsprechend dem Frequenzverhältnis. Bei Leerlauf ist das Eisen der Maschine dann hoch gesättigt. Da die Eisenverluste jedoch bei der kleinen Frequenz verschwindend klein sind, braucht man die Spannung erst dann zu begrenzen, wenn der bei Leerlauf auftretende Magnetisierungstrom ebenso groß wird wie der normale Vollaststrom, so daß eine weitere Spannungsteigerung zu große Kupferverluste verursachen würde. Bei Belastung geht infolge des verhältnismäßig großen Ohmschen Spannungsabfalles die Induktion im Eisen auf normale Werte zurück. Damit sinkt auch der Magnetisierungstrom, so daß der Vollaststrom nicht größer wird als bei Betrieb mit normaler Frequenz und Spannung. Durch die Spannungsteigerung gelingt aber eine erhebliche Steigerung des Kippmomentes. Man kann nicht nur das normale Kippmoment, das etwa das 2- bis 2,5fache des Normalmomentes beträgt, erreichen, sondern sogar noch höher, leicht bis zum 3fachen des Normalmomentes kommen.

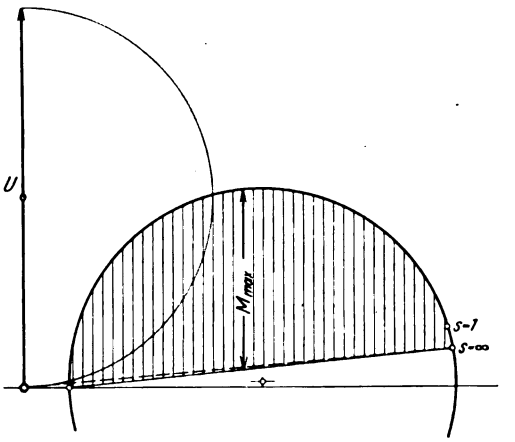


Abb. 1. Heyland-Kreis bei normaler Frequenz $f_n = 50$ Per/s, $U = 100$. Motordaten: $r_1 = 0{,}04$, $r_2 = 0{,}03$, $x_1 = 0{,}25$, $x_2 = 0{,}2$, $c = 4$.

Bevor wir diese Verhältnisse an einem Beispiel mit Hilfe des Kreisdiagrammes studieren, wollen wir noch kurz die Anlaufverhältnisse physikalisch betrachten. Bei normaler Frequenz muß man zur Erreichung eines gro-

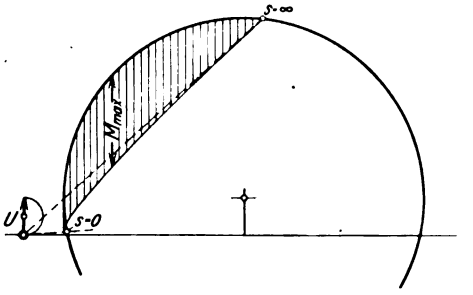


Abb. 2. Heyland-Kreis bei kleiner Frequenz $f = 5$ Per/s, $U = 10$. Motordaten: $r_1 = 0{,}04$, $r_2 = 0{,}03$, $x_1 = 0{,}025$, $x_2 = 0{,}02$, $c = 0{,}4$.

ßen Anlaufmomentes den Läuferwiderstand durch eingeschaltete Widerstände oder durch besondere Ausbildung der Läuferwicklung als Doppelstabkäfig u. dgl. künstlich vergrößern. Das Anlaufmoment wird nahezu gleich dem

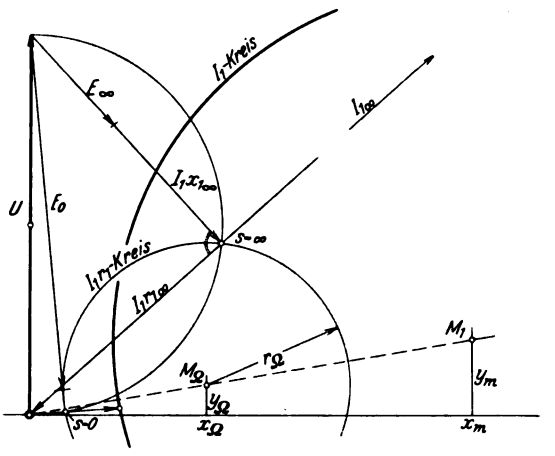


Abb. 3. Konstruktion von Kurzschlußpunkt ($s = \infty$) und Leerlaufpunkt ($s = 0$).

Kippmoment, wenn der gesamte Ohmsche Widerstand des Läuferkreises etwa gleich der Summe der primären und sekundären Streuwiderstände ist, die Widerstände natürlich auf Übersetzungsverhältnis 1 : 1 umgerechnet. Bei

Digitized by Google

kleiner Frequenz kann man sich eine Vergrößerung des Läuferwiderstandes schenken, da der in absoluter Höhe bestehen bleibende Ohmsche Widerstand dann die gleiche Größenordnung annimmt wie die sich mit der Frequenz ändernden Streuwiderstände, so daß das Anlaufmoment ohne besondere Mittel genügend groß wird. Man braucht hier also weder Anlasser noch besondere Ausbildungsformen der Läuferwicklung.

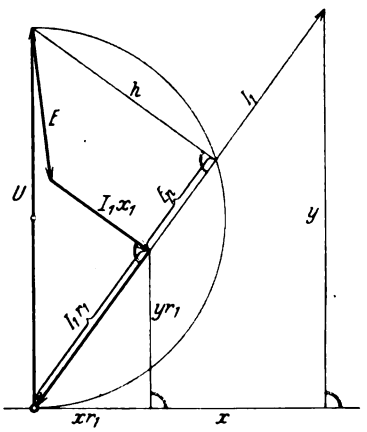


Abb. 4. Diagramm zur Herleitung des Drehmoments.

Drehmomentverlauf.

Bei einem mit 50 Per/s betriebenen Asynchronmotor ist das Drehmoment in großer Annäherung verhältnisgleich der y-Koordinate des Heyland-Kreises. Genau verhältnisgleich wäre es ihr nur, wenn der Ohmsche Widerstand der Primärwicklung gleich Null wäre. Bei kleiner Netzfrequenz, etwa 5 Per/s, ist zwischen dem Drehmoment und der y-Koordinate keine Proportionalität mehr vorhanden und wir haben zu untersuchen, wie sich das Drehmoment unter Berücksichtigung des primären Ohmschen Widerstandes darstellt.

Das Netz sei gekennzeichnet durch die Netzspannung U und die Netzfrequenz f, der Asynchronmotor durch die folgenden auf Übersetzungsverhältnis 1 : 1 bezogenen Größen:

r_1, r_2 Ohmsche Widerstände des Primär- bzw. Sekundärkreises,

x_1, x_2 Streuwiderstände, d. h. induktive Widerstände entsprechend der magnetischen Leitfähigkeit der Streuflußwege,

c Erregerreaktanz, d. h. induktiver Widerstand entsprechend der magnetischen Leitfähigkeit des Nutzflußweges.

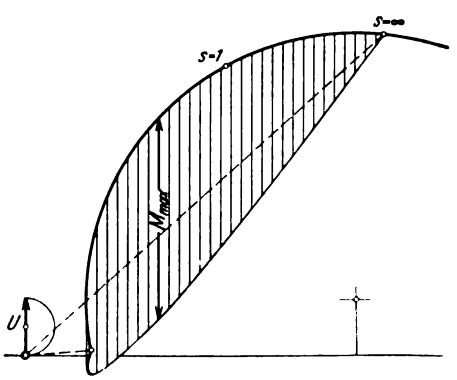


Abb. 5. Heyland-Kreis bei kleiner Frequenz $f = 5$ Per/s. Netzspannung 50 % höher als frequenzverhältnisgleich $U = 15$. Motordaten wie bei Abb. 2.

Die Mittelpunktskoordinaten des Heyland-Kreises lassen sich dann unter Vernachlässigung der Eisenverluste berechnen zu

$$x_m = \frac{U}{2C}\,(c^2 + 2c\,[x_1 + x_2] + 2x_1x_2), \qquad (1)$$

$$y_m = \frac{U}{C}\,r_1(c + x_2), \qquad (2)$$

der Radius zu

$$r = \frac{U}{2C}\,c^2, \qquad (3)$$

wo $$C = c^2(x_1 + x_2) + 2c\,x_1x_2 + (c + x_2)(r_1^2 + x_1^2). \qquad (4)$$

Bei der normalen Netzfrequenz $f_n = 50$ Per/s habe ein Motor beispielsweise folgende Widerstandsverhältnisse:

$r_1 = 0{,}04,\ r_2 = 0{,}03$ Widerstandseinheiten,
$x_1 = 0{,}25,\ x_2 = 0{,}2$ „ ,
$c = 4$ „ .

Die Netzspannung betrage $U = 100$ Spannungseinheiten. Dann erhält man für den Kreis nach Gl. (1) ··· (4) die Daten

$x_m = 125,\ y_m = 2{,}13,\ r = 101{,}5$ Stromeinheiten.

Speisen wir den gleichen Motor mit kleiner Frequenz, etwa mit $f = 5$ Per/s, so gehen die induktiven Widerstände im Verhältnis der Frequenzen zurück, so daß jetzt der Motor die Widerstandsverhältnisse hat:

$r_1 = 0{,}04,\ r_2 = 0{,}03,\ x_1 = 0{,}025,\ x_2 = 0{,}02,\ c = 0{,}4.$

Wird zunächst auch die Netzspannung im Verhältnis der Frequenzen, also auf $U = 10$ Spannungseinheiten herabgesetzt, so erhält man die Kreisdaten

$x_m = 115{,}5,\ y_m = 19{,}7,\ r = 93{,}8$ Stromeinheiten.

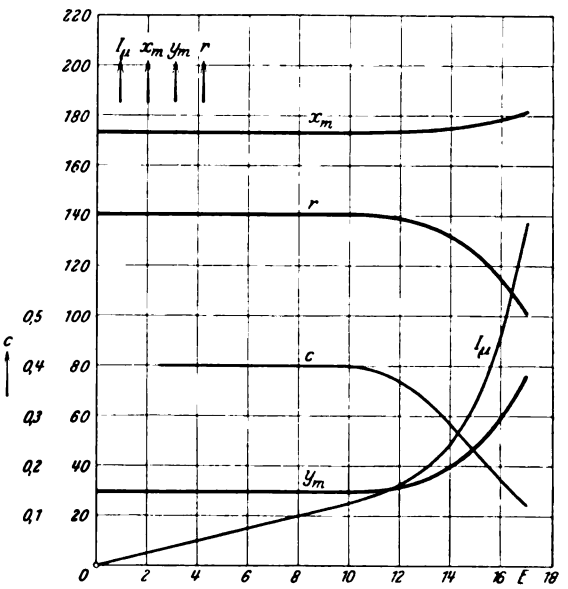


Abb. 6. Änderung der Kreisdaten mit der Sättigung.

Die Größe und Lage der Kreise für normale und kleine Frequenz ist also verhältnismäßig wenig voneinander verschieden (vgl. Abb. 1 und 2). Ein wesentlicher Unterschied zeigt sich jedoch in der Lage der theoretischen Kurzschlußpunkte, die wir auf Grund folgender Überlegung finden (s. Abb. 3):

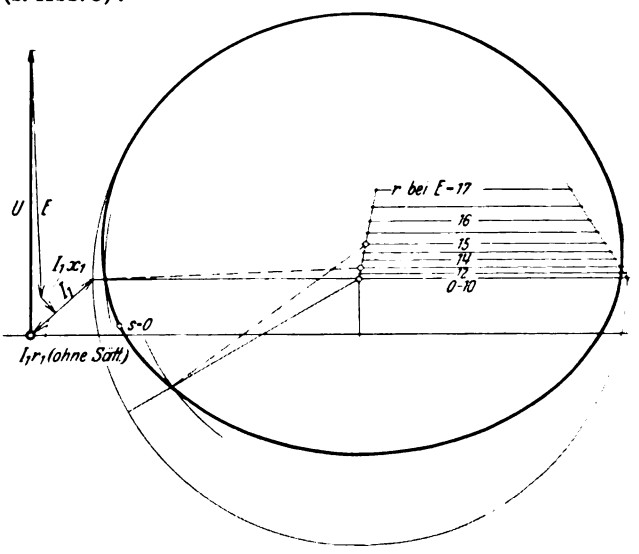


Abb. 7. Ortskurve des Primärstromes unter Berücksichtigung der Sättigung. Netzverhältnisse und Motordaten wie bei Abb. 5 (Spannungsmaßstab größer).

Der theoretische Kurzschlußpunkt ist, abgesehen von weiteren Eigenschaften, ebenso wie der absolute Leerlaufpunkt dadurch gekennzeichnet, daß das Drehmoment zu Null wird. Damit dies eintritt, müssen Strom und Kraftfluß gleichphasig werden. Dann kommt aber im Vektordiagramm die innere EMK E senkrecht auf den Strom I_1 zu stehen und damit in Phase mit dem Streuspannungsabfall I_1x_1, so daß das Spannungsviereck der Primär-

Digitized by Google

seite, das sich aus U, E, $I_1 x_1$ und $I_1 r_1$ zusammensetzt, in ein rechtwinkliges Dreieck übergeht, dessen Hypotenuse die Netzspannung U ist. Daraus folgt: Die Stromvektoren des absoluten Leerlaufpunktes und des theoretischen Kurzschlußpunktes gehen durch die Schnittpunkte des $I_1 r_1$-Kreises mit dem Durchmesserkreis über U. Der $I_1 r_1$-Kreis (Ohmabfallkreis) ist aber weiter nichts als der im Verhältnis $r_1 : 1$ verkleinerte I_1-Kreis (Heyland-Kreis), hat also die Daten:

$$x_Q = x_m r_1 ; \; y_Q = y_m r_1 ; \; r_Q = r r_1.$$

Da der $I_1 r_1$-Kreis sich ebenso wie der I_1-Kreis mit der Frequenz nur wenig ändert, rückt sein Schnittpunkt mit dem Durchmesserkreis über U bei der mit der Frequenz stark verkleinerten Spannung U sehr hoch herauf, so daß bei dem mit kleiner Frequenz gespeisten Motor der theoretische Kurzschlußpunkt in die Kreisgegend zu liegen kommt, wo bei dem mit normaler Frequenz gespeisten das Drehmoment nur wenig kleiner ist als das Kippmoment.

Der nach dieser Gleichung ermittelte Drehmomentverlauf ist in Abb. 1 und 2 schraffiert eingetragen, so daß man deutlich den Unterschied zwischen Betrieb mit normaler und mit kleiner Frequenz erkennt. Im vorliegenden Beispiel zeigt sich ein Rückgang des Kippmoments auf 50,3 % des normalen Kippmomentes.

Abb. 5 zeigt, wie sich das Moment steigern läßt, wenn man die Netzspannung 50 % höher wählt als es dem Frequenzverhältnis entspricht ($U = 15$ statt 10). Das Kippmoment wird hier 113 % des normalen Kippmomentes.

Hier haben wir nun zunächst mit linearer Magnetisierungskennlinie gerechnet, und es ist deshalb nachzuprüfen, ob die Sättigung nicht wieder die Größe des Kippmomentes erheblich beeinträchtigt. Das stellt uns vor die Aufgabe, die Ortskurve des Primärstromes unter Berücksichtigung der Sättigung anzugeben, die natürlich kein Kreis mehr sein kann. Die Aufgabe läßt sich durch das folgende Annäherungsverfahren lösen:

Wir zeichnen zunächst nach der als bekannt vorauszusetzenden Magnetisierungskennlinie $E = f(I_\mu)$ die Kurve $c = E/I_\mu = f(E)$ auf. Durch Einsetzen verschiedener c-Werte in die Gleichungen (1) ··· (4) stellen wir auch

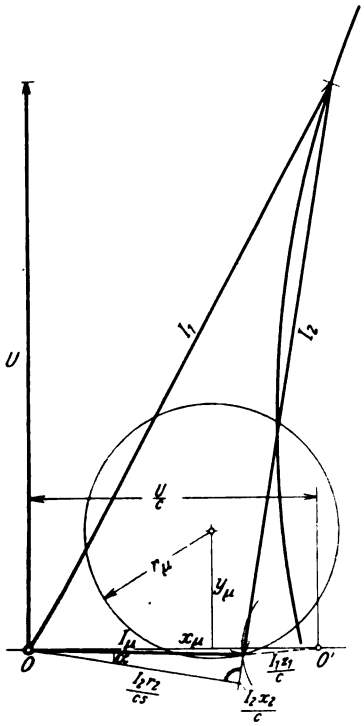


Abb. 8. Konstruktion des Magnetisierungstromes I_μ.

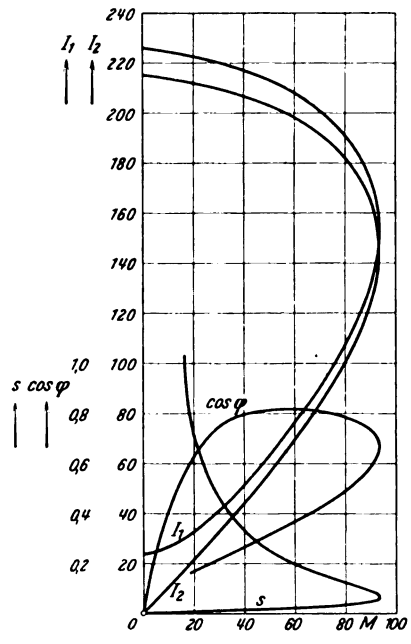


Abb. 9. Betriebskurven bei normaler Frequenz $f_n = 50$ Per/s, $U = 100$.

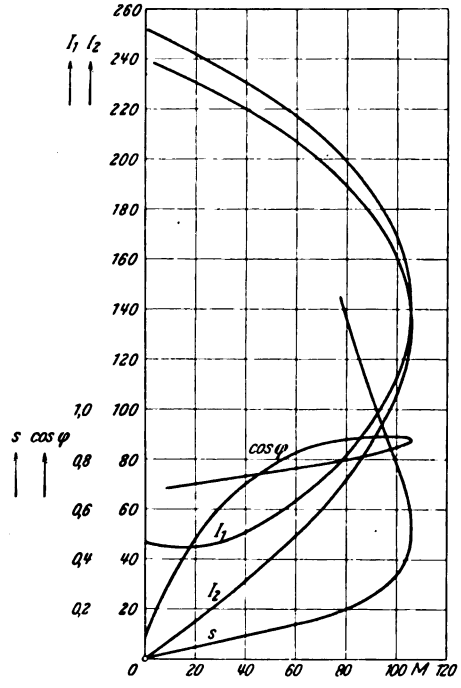


Abb. 10. Betriebskurven bei kleiner Frequenz $f = 5$ Per/s, $U = 15$.

Der Durchmesserkreis über U läßt uns in Verbindung mit dem $I_1 r_1$-Kreis auch die Gleichung für das Drehmoment finden. In Abb. 4 ist in die Kreise das primäre Spannungsdreieck für einen beliebigen Zustand eingezeichnet. Das Drehmoment ist verhältnisgleich dem Produkt aus dem Strom I_1 und der Projektion der EMK E auf I_1, da E ja dem Kraftfluß Φ verhältnisgleich ist. Die Projektion von E auf I_1 ist aber das zwischen den beiden Kreisen liegende Stück E_p des Stromvektors I_1. Wenn wir das Drehmoment mit der Spannung statt mit dem Kraftfluß ausdrücken, haben wir noch das Frequenzverhältnis zu berücksichtigen, so daß das Drehmoment gleich ist

$$M = k I_1 E_p \frac{f_n}{f} \tag{5}$$

(k = Konstante; für Drehstrom, $f_n = 50$ Per/s und Polpaarzahl p ist $k = 0{,}973\, p \cdot 10^{-3}$, wenn Leistungen in Watt und Drehmoment in mkg gerechnet werden).

Man liest aus Abb. 4 ab

$$E_p = \sqrt{U^2 - h^2} - I_1 r_1 \tag{6}$$

$$h : U = x r_1 : I_1 r_1 = x : I_1. \tag{7}$$

Damit wird

$$\left.\begin{aligned} E_p &= \sqrt{U^2 - \frac{U^2 x^2}{I_1^2}} - I_1 r_1 \\ &= \frac{U}{I_1}\sqrt{I_1^2 - x^2} - I_1 r_1 = \frac{U y}{I_1} - I_1 r_1 \end{aligned}\right\} \tag{8}$$

und

$$M = k \frac{f_n}{f} (U y - I_1^2 r_1). \tag{9}$$

die Heylandkreis-Daten x_m, y_m und r in Abhängigkeit von E dar. Abb. 6 zeigt diese Kurven für das Beispiel $U = 15$. In das für lineare Kennlinie geltende Kreisdiagramm können wir dann die Kurve einzeichnen, auf der sich der Kreismittelpunkt infolge der Sättigung verschiebt. Ferner kann auch die Änderung des Halbmessers eingetragen werden.

Durch Eintragen der Spannungsabfälle $I_1 r_1$ und $I_1 x_1$ für verschiedene Kreispunkte ermitteln wir die E-Werte, wie sie sich bei linearer Kennlinie darstellen. Danach können dann die Kreispunkte verbessert werden, indem auf den Radien des Heylandkreises von den zu E gehörigen neuen Mittelpunkten aus die zugehörigen neuen Radien abgetragen werden. Damit erhält man die erste Annäherung an die die Sättigung berücksichtigende Ortskurve des Primärstromes. Wiederholt man das Verfahren, indem man von den gefundenen Punkten aus durch Eintragen der Spannungsabfälle neue E-Werte ermittelt und damit die Punkte der Ortskurve verbessert, so kommt man in beliebiger Annäherung an die richtige Kurve heran.

Das Verfahren ist in Abb. 7 an dem Beispiel $U = 15$ dargestellt. Unter dem Einfluß der Sättigung erleidet der Heylandkreis besonders im generatorischen Bereich eine starke Abflachung. Im motorischen Bereich ist die Ortskurve des Primärstromes in der Gegend des Kippunktes vom Kreis nicht zu unterscheiden. Hier hat nämlich die innere EMK E bereits so stark abgenommen, daß mit linearer Magnetisierungskennlinie gerechnet werden kann. Damit ist erwiesen, daß das Kippmoment durch die Sättigung unbeeinträchtigt bleibt. Die Sättigung ist eben selbst bei 50 % Überspannung nur in der Nähe des Leerlauf-

Digitized by Google

punktes wirksam. Sie kann hier, wie man sofort aus der Abb. 7 erkennt, das eigentümliche Verhalten des Motors erzeugen, bei kleiner Belastung einen kleineren Strom aufzunehmen als bei Leerlauf.

Schlupfverlauf.

Zur Ermittlung des Schlupfes s muß das Spannungsdreieck des Sekundärkreises mit herangezogen werden. Es setzt sich aus den Spannungen $E\,s$, $I_2 x_2 s$ und $I_2 r_2$ zusammen oder, bezogen auf Netzfrequenz, aus E, $I_2 x_2$ und $I_2 r_2/s$.

Dementsprechend läßt sich der Magnetisierungstrom I_μ, der ja mit E im Verhältnis $1 : c$ steht, in die Komponenten $\left(\frac{I_2 x_2}{c}\right)$ und $\left(\frac{I_2 r_2}{c\,s}\right)$ zerlegen. Die Komponente $\left(\frac{I_2 x_2}{c}\right)$ ist mit I_2 gleichgerichtet, die Komponente $\left(\frac{I_2 r_2}{c\,s}\right)$ steht senkrecht auf I_2.

Aus ihnen berechnet sich der Schlupf als

$$s = \frac{r_2}{x_2}\,\mathrm{tg}\,\alpha, \tag{10}$$

wo

$$\mathrm{tg}\,\alpha = \left(\frac{I_2 x_2}{c}\right) : \left(\frac{I_2 r_2}{c\,s}\right). \tag{11}$$

Den Strom I_μ findet man am einfachsten graphisch auf folgende Weise (siehe Abb. 8):

Man zeichnet den I_μ-Kreis aus seinen Mittelpunktskoordinaten

$$x_\mu = \frac{U - (r_1 y_m + x_1 x_m)}{c} \tag{12}$$

$$y_\mu = \frac{r_1 x_m - x_1 y_m}{c} \tag{13}$$

und dem Radius

$$r_\mu = \frac{r\,z_1}{c}, \tag{14}$$

wo

$$z_1 = \sqrt{r_1^2 + x_1^2}. \tag{15}$$

Dieser Kreis ist im Grunde genommen ein im Verhältnis $\frac{z_1}{c} : 1$ verkleinerter I_1-Kreis. Der zugehörige Ursprungspunkt $0'$ liegt auf der Abszissenachse und ist vom Ursprungspunkt 0 des I_1-Kreises um die Strecke U/c entfernt. Um nun für einen Punkt des I_1-Kreises den zugehörigen Punkt des I_μ-Kreises zu finden, braucht man nur von $0'$ aus mit $I_1 z_1/c$ den Kreis zu schlagen, der den I_μ-Kreis im gesuchten Punkt schneidet.

Projiziert man I_μ auf I_2, so erhält man die beiden Komponenten, aus denen sich s nach Gl. (10) und (11) berechnen läßt.

Von dem nach dieser Methode ermittelten Schlupfverlauf ist in die Abb. 1 und Abb. 5 nur der Anlaufpunkt $s = 1$ eingetragen. Der Motor des betrachteten Beispiels besitzt danach bei 50 Per/s ohne Einschaltung von Anlaßwiderständen ein Anlaufmoment von 16,5 % seines Kippmoments, während er bei Betrieb mit 5 Per/s und 50 % Spannungsteigerung (gegenüber der im Frequenzverhältnis verkleinerten Spannung) mit 98,3 % des normalen Kippmomentes anläuft.

Betriebskurven.

Nachdem Drehmoment und Schlupf in Abhängigkeit vom Strom I_1 ermittelt sind, läßt sich auch der Schlupf in Abhängigkeit vom Drehmoment darstellen. Zeichnet man weiterhin noch I_1, I_2 und $\cos\varphi = y/I_1$ als Funktionen vom Drehmoment M auf, so sind damit die wichtigsten Betriebskurven gegeben. Abb. 9 zeigt diese Kurven für den Motor des obigen Beispiels bei Speisung mit der normalen Frequenz $f_n = 50$ Per/s, Abb. 10 die Kurven für den gleichen Motor bei Speisung mit der kleinen Frequenz $f = 5$ Per/s, wobei die Spannung 50 % höher gewählt wurde, als es dem Frequenzverhältnis entspricht.

Zusammenfassung.

Das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung läßt sich folgendermaßen zusammenfassen:

Betreibt man Asynchronmotoren mit einer Frequenz, die sich in der Größenordnung von $^1/_{10}$ der normalen Frequenz von 50 Per/s bewegt, so geht bei frequenzverhältnisgleich herabgesetzter Netzspannung das Kippmoment stark zurück, u. zw. um so stärker, je größer der Ohmsche Ständerwiderstand ist, d. h. je stärker der Motor im Kupfer ausgenutzt ist.

Um brauchbare Betriebsverhältnisse zu erzielen, muß die Netzspannung bei kleiner Frequenz wesentlich höher gewählt werden, als es dem Frequenzverhältnis entspricht, bei Betrieb mit $^1/_{10}$ der normalen Frequenz etwa 40 bis 60 % höher.

Das Kippmoment des Motors ist dann ebenso groß oder größer als bei Normalfrequenz. Das Anlaufmoment ist wesentlich größer als bei Normalfrequenz, wenn man bei dieser nicht besondere Mittel anwendet. Der Leistungsfaktor ist bei kleiner Frequenz im Vollastbereich wenig verschieden von dem bei normaler; während des Anlaufs ist er bei kleiner Frequenz wesentlich besser. Die Sättigung macht sich nur bei Leerlauf in erhöhten Leerlauf-Kupferverlusten bemerkbar sowie in dem Umstande, daß der Primärstrom bei Belastung zunächst abnimmt, um erst bei stärkerer Belastung wieder zuzunehmen.

Selbstinduktion bei einer Verformung des Leiterkreises.

(Mitteilung aus dem Elektrotechnischen Institut der T. H. Stuttgart*.)

Von Rudolf Rühle, Stuttgart.

Übersicht. Wenn ein Stromkreis sich verformt, so entsteht zuweilen für die Berechnung des magnetischen Eigenschwundes auf manchen Berechnungswegen eine Schwierigkeit, auf die man anscheinend noch kaum aufmerksam geworden ist. Wann diese Schwierigkeit auftritt, und wie sie zu überwinden ist, wird im folgenden gezeigt.

Einleitung. In einem Aufsatz „The True Law of Electromagnetic Induction"[1] berechnet W. F. Dunton die EMK, die in einem von konstantem Strom durchflossenen Stromkreis induziert wird, wenn der Stromkreis seine Gestalt ändert, erstens aus der Flußänderung und zweitens aus der Anzahl der vom Leiter geschnittenen Kraftlinien und kommt dabei trotz formal richtiger Rechnung zu zwei verschiedenen Ergebnissen. Durch eine Messung wird die erste Berechnungsweise („Schleifentheorie") bestätigt. Daraus schließt Dunton, daß die zweite Berechnungsweise („Schnittheorie") falsch sei und daß deshalb das Induktionsgesetz in dieser Form einer Verbesserung bedürfe.

Wie wir im folgenden sehen werden, hat Dunton in seiner zweiten Berechnungsweise den Grundgedanken nicht folgerichtig durchgeführt. Daraus erklärt sich, daß seine beiden Ergebnisse nicht übereinstimmen. Wir werden Duntons Aufgabe auf vier verschiedenen Wegen lösen und so den Sachverhalt wohl hinreichend erhellen.

Aufgabe. Gegeben ist ein zu einem Quadrat (*ABCD* in Abb. 1) gebogener, von konstantem Strom J durchflossener, homogener Leiter mit Kreisquerschnitt vom Radius r. Die Länge s einer Quadratseite sei groß gegen r. Das Quadrat soll sich so vergrößern, daß die Relativgeschwindigkeit v je zweier gegenüberliegender Seiten konstant ist. Dann ist auch die Geschwindigkeit, mit der sich die Seiten verlängern, gleich v. Der Strom werde auch während der Bewegung konstant gehalten. Gesucht ist die im Quadrat bei der Bewegung induzierte EMK als Funktion der Seitenlänge s und des Leiterradius r, oder deutlicher gesagt, der magnetische Schwund[2]

$$-\frac{\mathrm{d}\Psi}{\mathrm{d}t}, \text{ wo } \Psi = \int \mathfrak{B}\,\mathrm{d}\mathfrak{f} = \int B_n\,\mathrm{d}o = \text{Spulenfluß}.$$

1. Lösung. Für konstanten Strom und $\frac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t} = v$ erhalten wir

$$-\frac{\mathrm{d}\Psi}{\mathrm{d}t} = -J\,\frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}t} = -J\,\frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}s}\,v.$$

Aus der Induktivität des Quadrats

$$L = 8\,\frac{\mu_0}{4\pi}\,s\left\{\ln\frac{2s}{r(1+\sqrt{2})} - \frac{7}{4} + \sqrt{2}\right\},$$

* Die Anregung zu der vorliegenden Arbeit verdanke ich Herrn Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr. techn. h. c. F. Emde, dem ich auch für seine guten Ratschläge sehr zu Dank verpflichtet bin.

[1] W. F. Dunton, World Power Bd. 17 (1932), S. 169.

[2] Vgl. ETZ 1932, S. 114.

Digitized by Google

wo $\Pi_0 = 1{,}256 \cdot 10^{-8}$ Henry/cm, folgt

$$-\frac{d\Psi}{dt} = -8\,v\,\frac{\Pi_0 J}{4\pi}\left\{\sqrt{2} - \frac{3}{4} + \ln\frac{2s}{r(1+\sqrt{2})}\right\}.$$

Multipliziert man diesen Ausdruck mit $-\frac{J}{2v}$, so erhält man die auf das Quadrat wirkende Sprengkraft:

$$K_s = \frac{\Pi_0 J^2}{4\pi}\,4\left\{\sqrt{2} - \frac{3}{4} + \ln\frac{2s}{r(1+\sqrt{2})}\right\}.$$

Diesen Wert hat auch Dunton angegeben und durch Messung bestätigt.

2. Lösung. Der magnetische Schwund ist bei bewegten Körpern, wenn $\mathfrak{v}$ die Geschwindigkeit eines Körperteilchens bedeutet,

$$-\frac{d}{dt}\int \mathfrak{B}\,df = -\int \frac{\partial \mathfrak{B}}{\partial t}\,df - \oint [\mathfrak{B}\,\mathfrak{v}]\,dr,$$

oder in Worten:

Gesamtschwund = Ruheschwund + Bewegungschwund[3].

Der Fluß durch eine Fläche, die einen geschlossenen Leiter zum Rand hat, kann sich ändern, 1. indem sich das Feld bei ruhender Fläche mit der Zeit ändert (Ruheschwund), 2. indem sich die Fläche im stationären Feld bewegt (Bewegungschwund). Im allgemeinen werden Ruheschwund und Bewegungschwund gleichzeitig auftreten, in der Rechnung können wir sie trennen. Der Bewegungschwund ist immer gleich der Anzahl der Kraftlinien, die der Leiter in der Zeiteinheit schneidet. Um auch den Ruheschwund, wenn er von einer Änderung des Stromes herrührt, durch geschnittene Kraftlinien darzustellen, nimmt man wohl an, daß sich die Kraftlinien bewegen.

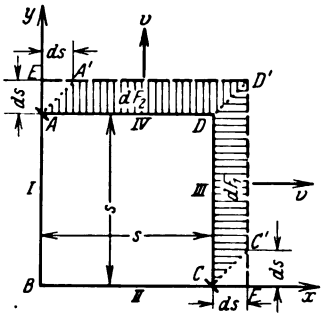


Abb. 1.

Doch würde man eine bewegte Kraftlinie nicht verfolgen können, weil man sie zu einer späteren Zeit nicht wiedererkennen kann.

Haben wir es mit einer geschlossenen Strombahn ohne ein fremdes Feld zu tun, so denken wir uns den Leiter in kleine Linienelemente zerlegt, von denen jedes ein stationäres Feld um sich herum erzeugt. Wird diese Stromschleife verformt, so können wir in gewissem Sinn auch von einer Bewegung der Fläche bei stationärem Feld reden, also von reinem Bewegungschwund. (Wie dies zu verstehen ist, wird aus dem Folgenden noch klar werden.) Davon ist Dunton bei seiner zweiten Berechnung ausgegangen. Es ist ihm aber dabei ein grundsätzlicher Fehler unterlaufen. Wir haben vorausgesetzt, daß bei der Verformung der Schleife die Länge der Strombahn (die Anzahl der Teilfelder) konstant bleibt. Wenn wir aber bei der Bewegung die Strombahn verlängern, so verstärkt sich damit auch das Feld, d. h. wir erhalten zum Bewegungschwund noch einen Ruheschwund. Wenn wir so die Verlängerung einer Strombahn in Zusammenhang bringen mit einer Stromverstärkung, so ist dies nach dem Biot-Savartschen Gesetz ganz verständlich. Betrachten wir z. B. zwei gleich lange, vom selben Strom durchflossene Linienelemente, so ist das Feld beider doppelt so groß wie das eines einzelnen, gleichgültig ob wir die Stromelemente aneinander oder nebeneinander setzen, d. h. Verdopplung der Strombahnlänge ist im unendlich Kleinen, was das Magnetfeld anbelangt, gleichwertig mit der Verdopplung des Stromes.

Unser gegebenes Quadrat ($ABCD$) legen wir, wie in Abb. 1 angegeben, auf ein Achsenkreuz. Beweglich seien nur die Seiten AD und CD. Diese müssen sich also mit der Geschwindigkeit v parallel zu den Achsen fortbewegen und sich dabei gleichzeitig mit derselben Geschwindigkeit verlängern.

In der Zeit dt sei das Quadrat $ABCD$ übergegangen in das Quadrat $EBFD'$. Die Seiten sollen sich dabei je um ds verlängert haben. Diesen Übergang denken wir uns in einzelne Schritte zerlegt. Zunächst werde das ursprüngliche Quadrat bei A und C aufgeschnitten, trotzdem seien noch sämtliche vier Seiten durchströmt. Die Seiten AD und CD werden jetzt parallel mit sich selbst in die Lage $A'D'C'$ verschoben; sie überstreichen dabei die Fläche $dF_1 + dF_2$. Der fiktive Fluß durch dF_1, herrührend von dem Strom in AB (I), sei $d\Phi_I^1$ und der durch dF_2 sei $d\Phi_I^2$. Die Flüsse durch dF_1 und dF_2, herrührend vom Strom in BC (II), seien entsprechend mit $d\Phi_{II}^1$ und $d\Phi_{II}^2$ bezeichnet. Dann schneidet der Leiter ADC bei dieser Bewegung in der Zeiteinheit

$$S_B^{III\,IV} = -\frac{d\Phi_I^1 + d\Phi_I^2 + d\Phi_{II}^1 + d\Phi_{II}^2}{dt}$$

Kraftlinien. Wie aus Abb. 1 ersichtlich, ist wegen der Symmetrie

$$d\Phi_I^1 = d\Phi_{II}^2 \quad \text{und} \quad d\Phi_I^2 = d\Phi_{II}^1.$$

Es wird also:

$$S_B^{III\,IV} = -2\,\frac{d\Phi_I^1 + d\Phi_{II}^1}{dt}.$$

Da aber in CD (III) und DA (IV) auch Strom fließt, erhalten wir infolge der Bewegung dieser Linienstücke noch einen Ruheschwund. Diesen können wir aber als Bewegungschwund darstellen, wenn wir den Standpunkt ändern und die Bewegung jetzt von den Seiten III und IV aus betrachten. Von dort aus gesehen, bewegen sich I und II, und wir erhalten dann wegen der Symmetrie für diese Seiten denselben Bewegungschwund wie vorher für III und IV. Wie man sieht, verzichtet man allerdings dann darauf, bei der Berechnung des gesamten magnetischen Schwundes einen einheitlichen Standpunkt zu wahren, wie es die Zerlegung in Ruheschwund und Bewegungschwund eigentlich verlangt.

Für den gesamten Bewegungschwund ergibt sich dann

$$S_B = S_B^{III\,IV} + S_B^{I\,II} = -4\,\frac{d\Phi_I^1 + d\Phi_{II}^1}{dt}.$$

Die rechte Seite stimmt mit dem Ergebnis überein, zu dem Dunton bei seiner zweiten Rechnung kommt. Es fehlt aber noch ein Ruheschwund. Damit das erweiterte Quadrat wieder vollständig vom Strom durchflossen ist, müssen wir durch die Linienstücke CF, $C'F$, AE und $A'E$ (Abb. 1) auch den Strom J schikken, d. h. wir müssen an diesen Stellen 4 Stromelemente je von der Länge ds anbringen. Nennen wir den Zusatzfluß durch das Quadrat, den ein Linienelement ds hervorruft, $d\Phi_s$, so erhalten wir als weiteren Ruheschwund

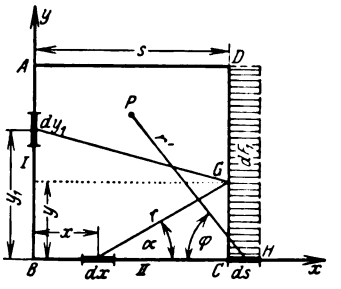


Abb. 2.

$$S_R = -4\,\frac{d\Phi_s}{dt}$$

und für den Gesamtschwund

$$-\frac{d\Psi}{dt} = S_R + S_B = -4\,\frac{d\Phi_I^1 + d\Phi_{II}^1 + d\Phi_s}{ds}\,v.$$

Nach dem Biot-Savartschen Gesetz ist die im Punkte $G(s, y)$ der Abb. 2 von einem stromdurchflossenen Linienelement dx in $(x, 0)$ herrührende Feldstärke

$$dH = \frac{J \sin\alpha\,dx}{4\pi r^2} = \frac{J\,y}{4\pi\sqrt{y^2 + (s-x)^2}^3}\,dx,$$

und die von der Strecke BC herrührende Feldstärke in G:

$$H = \frac{J}{4\pi}\int_0^s \frac{y}{\sqrt{y^2 + (s-x)^2}^3}\,dx.$$

Auf der Strecke ds kann diese Feldstärke als konstant angesehen werden, so daß wir für den Fluß durch dF_1, herrührend von II, erhalten,

$$d\Phi_{II}^1 = \frac{\Pi_0 J}{4\pi}\,ds \int_g^s dy \int_0^s \frac{y}{\sqrt{y^2 + (s-x)^2}^3}\,dx. \qquad (1)$$

[3] Wilhelm Weber, Pogg. Ann. Bd. 73 (1848), S. 240.

Digitized by Google

g ist der mittlere geometrische Abstand des Leiterquerschnitts von sich selbst. Für einen Kreisquerschnitt ist, wie Maxwell gezeigt hat, $g = e^{-1/4} r = 0{,}7788\, r$. Diese Integrationsgrenze ist immer dann einzusetzen, wenn man bei einem linearen Leiter vom Leiter aus zu integrieren hätte. Dort ist aber das Feld unendlich, d. h. die untere Grenze $y = 0$ würde etwas Unbrauchbares liefern. g kann dabei, ebenso wie r, gegen s vernachlässigt werden.

Für die Feldstärke in G, herrührend von einem Stromelement $\mathrm{d}y_1$ in I $(0, y_1)$, ergibt sich wie früher

$$H = \frac{J}{4\pi} \int_0^s \frac{s}{\sqrt{s^2 + (y_1 - y)^2}^3}\, \mathrm{d}y_1$$

und für den gesamten Fluß von I durch $\mathrm{d}F_1$

$$\mathrm{d}\Phi_I^1 = \frac{\Pi_0 J}{4\pi}\, \mathrm{d}s \int_0^s \mathrm{d}y \int_0^s \frac{s}{\sqrt{s^2 + (y_1 - y)^2}^3}\, \mathrm{d}y_1 . \qquad (2)$$

Die Feldstärke in P (x, y) mit dem Abstand r' von $\mathrm{d}s$ (CH), herrührend vom Stromelement $\mathrm{d}s$, ist

$$\mathrm{d}H = \frac{J \sin\varphi\, \mathrm{d}s}{4\pi r'^2} = \frac{J}{4\pi} \frac{y\, \mathrm{d}s}{\sqrt{y^2 + (s - x)^2}^3},$$

und der Fluß, den das Stromelement $\mathrm{d}s$ durch das ganze Quadrat $ABCD$ schickt,

$$\mathrm{d}\Phi_s = \frac{\Pi_0 J}{4\pi}\, \mathrm{d}s \int_g^s \mathrm{d}y \int_0^s \frac{y}{\sqrt{y^2 + (s - x)^2}^3}\, \mathrm{d}x . \qquad (3)$$

Durch Vergleich von (3) mit (1) finden wir

$$\mathrm{d}\Phi_{II}^1 = \mathrm{d}\Phi_s .$$

Wir erhalten also als Gesamtschwund

$$-\frac{\mathrm{d}\Psi}{\mathrm{d}t} = -4v \frac{\mathrm{d}\Phi_I^1 + 2\,\mathrm{d}\Phi_{II}^1}{\mathrm{d}s}. \qquad (4)$$

Überträgt man diese Überlegung auf die Duntonsche Arbeit, so hat man dort den Ausdruck (6) zu verdoppeln, um das Endergebnis richtig zu erhalten.

Für $\mathrm{d}\Phi_I^1$ erhält man, indem man die am Ende der vorliegenden Arbeit angegebenen Integralformeln VI und III auf den Ausdruck (2) anwendet,

$$\mathrm{d}\Phi_I^1 = 2\, \frac{\Pi_0 J}{4\pi}\, \mathrm{d}s\, (\sqrt{2} - 1). \qquad (5)$$

Entsprechend findet man nach den Integralformeln VI und IV aus Gleichung (1)

$$\mathrm{d}\Phi_{II}^1 = \frac{\Pi_0 J}{4\pi}\, \mathrm{d}s \ln \frac{2s}{g(1 + \sqrt{2})} \qquad (6)$$

und für den gesamten Schwund nach Gl. (4), (5) und (6)

$$-\frac{\mathrm{d}\Psi}{\mathrm{d}t} = -8v \frac{\Pi_0 J}{4\pi} \left\{ \sqrt{2} - 1 + \ln \frac{2s}{g(1 + \sqrt{2})} \right\},$$

oder, wenn man $g = e^{-1/4} r$ einsetzt,

$$-\frac{\mathrm{d}\Psi}{\mathrm{d}t} = -8v \frac{\Pi_0 J}{4\pi} \left\{ \sqrt{2} - 0{,}75 + \ln \frac{2s}{r(1 + \sqrt{2})} \right\}$$

wie bei der ersten Lösung. *(Schluß folgt.)*

Temperaturregler für Elektrowärme[1].

Mit der fortschreitenden Entwicklung der Elektrowärmetechnik in der Industrie ist die Verwendung von selbsttätigen Temperaturreglern dort, wo es sich darum handelt, bestimmte Betriebstemperaturen auf beliebig lange Zeit konstant zu halten, in stetigem Steigen begriffen. Die selbsttätige Temperaturregelung in Glüh-, Härte- und Schmelzöfen kann mittels Stabausdehnung in Verbindung mit Relais oder mittels Thermoelement oder Widerstandsthermometer in Verbindung mit Kontaktgalvanometer und Relais ausgeführt werden.

Eine Regeleinrichtung nach dem Stabausdehnungsprinzip besteht aus dem eigentlichen Stabausdehnungsregler und zusätzlichen Schaltapparaten zur Steuerung des Heizstromkreises. Der Stabausdehnungsregler selbst setzt sich zusammen aus dem Fühlorgan und dem Schaltorgan. Die Fühlorgane sind gewöhnlich so gebaut, daß ein Stab aus einem Stoff von kleinerer Wärmeausdehnung sich in einem Rohr mit größerer Wärmeausdehnung befindet. Bei zunehmender Temperatur wird somit der innere Stab, der an dem einen Ende meistens starr mit dem Rohr verbunden ist, in dieses sich außen befindliche Rohr hineingezogen. Die Wahl der Werkstoffe des Fühlorganes richtet sich nach dem Verwendungszweck des Reglers. Als Stoffe mit kleiner Wärmeausdehnung verwendet man Eisennickellegierungen und für hohe Temperaturen keramische Massen oder Quarzglas; als Stoffe mit großer Wärmeausdehnung kommen Aluminium, Messing und Eisen und für hohe Temperaturen Nickel und Chromnickellegierungen in Betracht. Für den Regelvorgang sind sowohl die Ausdehnungskoeffizienten der einzelnen Stoffe als auch der relative Ausdehnungskoeffizient in bezug auf beide Stoffe zu berücksichtigen. Die thermische Trägheit des Fühlorganes muß mit Rücksicht auf die Größe der Regeldifferenz möglichst klein gehalten werden. Da aus dem gleichen Grunde die Wärmeableitung vom Fühlorgan klein sein muß, so wird häufig das Fühlorgan in einen wirksamen und indifferenten Teil zerlegt (Abb. 1). Ist das ganze Fühlorgan der zu regelnden Temperatur ausgesetzt, dann ist die Wärmeableitung von dem wirksamen Fühlerteil, dessen relative Wärmeausdehnung zur Betätigung des Schaltorgans benutzt wird, nur klein. Die Länge des Fühlorgans bestimmt die Größe der Regeldifferenz. In Abb. 2 sind Aus- und Einschalttemperatur eines Reglers als Funktion der Eintauchtiefe des Reglers in einem elektrisch beheizten Flüssigkeitsbade dargestellt. Die eingezeichneten Ordinatendifferenzen sind dann gleichfalls als Funktion der Eintauchtiefe des Reglers in Abb. 3 aufgetragen. Für zwei an sich gleiche Regler mit verschiedenen wirksamen Fühlerlängen sind in Abb. 4 die Ausschalttemperaturen als Funktion der Eintauchtiefe des Reglers aufgetragen. Während in dem Bereich der indifferenten Fühlerlänge die Ausschalttemperatur nur wenig ansteigt (geringe Wärmeableitung), macht sich mit dem Beginn der wirksamen Fühlerlänge sofort ein stärkeres Steigen bemerkbar.

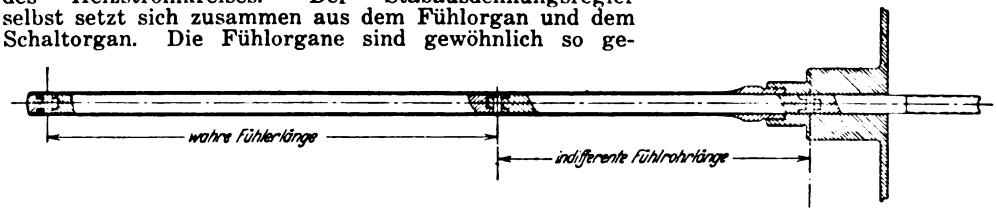


Abb. 1. Fühlorgan eines Stabausdehnungsreglers mit wahrem und indifferentem Fühlerteil.

Für die konstruktive Ausführung des Fühlorgans ist die Berechnung der durch die Wärmeausdehnung hervorgerufenen Kraft von Wichtigkeit. Diese Kraft stellt nämlich eine zeitlich veränderliche Funktion dar, deren Größe sich rechnerisch erfassen läßt, wenn man den Regelvorgang in verschiedene Phasen aufteilt. Das Maximum der ausdehnenden Kraft wird während der dritten Phase erreicht, deren Dauer bestimmt sein soll durch die Zeit von der erfolgten Abschaltung der Heizwicklung bis zur beginnenden Abkühlung des Fühlorganes. Während dieser Phase wird dem Fühlorgan noch Wärme zugeführt, u. zw. ist die in der Zeiteinheit zugeführte Wärmemenge:

$$q_t = \frac{q\,(t_3 - t)}{t_3 - t_2};$$

darin ist q die in der Zeiteinheit der vorhergegangenen ersten und zweiten Phase der wirksamen Fühlerlänge l des Fühlorganes zugeführte Wärmemenge, vermindert um den jeweiligen Wert der Wärmeableitung, t_2 die Zeitdauer vom Beginn des Einschaltens der Heizwicklung bis zu ihrer Abschaltung, t_3 die Zeitdauer vom Beginn des

[1] Auszug aus H. 7 der Mitt. d. Forschungsinstituts für Elektrowärmetechnik an der T. H. Hannover.

Digitized by Google

Einschaltens der Heizwicklung bis zur beginnenden Abkühlung des Fühlorganes. Durch Anwendung des Gesetzes von Hooke ergibt sich also die durch die Wärmeausdehnung hervorgerufene Kraft während der vorher definierten dritten Phase:

$$P_3 = F\,E\,\alpha\,\frac{q\,(t_3 - t)\,(t - t_2)}{c\,G\,(t_3 - t_2)} - \frac{F\,E\,n}{l}\,x\,;$$

darin ist F der Querschnitt des Fühlorganes, E der Mittelwert des Elastizitätsmoduls beider Fühlorganstoffe unter Berücksichtigung der Querschnitte, α der mittlere

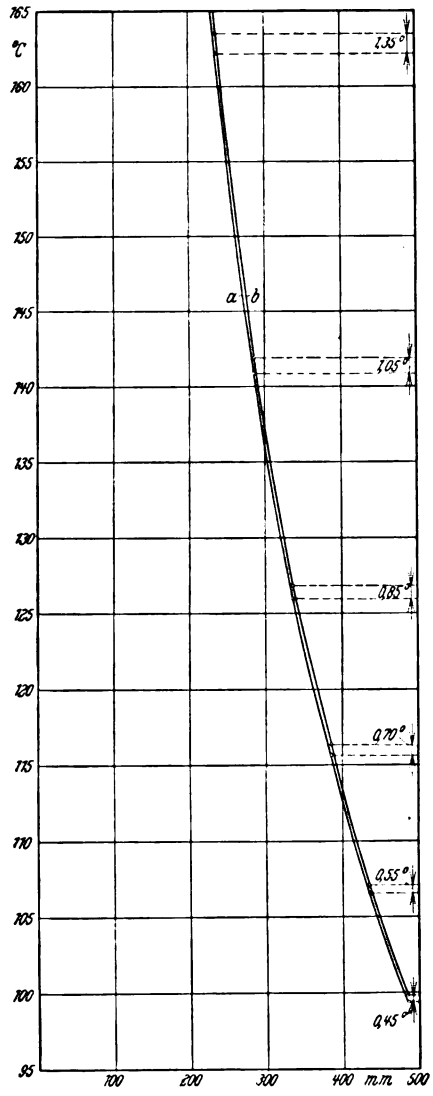


Abb. 2. Ein- und Ausschalttemperatur als Funktion der Eintauchtiefe des Fühlrohres.

relative Ausdehnungskoeffizient, n das Übersetzungsverhältnis von Wärmeausdehnung zur Kontaktbewegung und x der Kontaktweg. Da in der Gleichung für P_3 noch der jeweilige Kontaktabstand auftritt, so läßt sich die Größe der ausdehnenden Kraft zu jeder Zeit ermitteln, sofern es gelingt, den Kontaktabstand jeweils zu bestimmen.

Da die durch die Erwärmung hervorgerufene Längenänderung recht klein ist, so wird der Ausdehnungsweg immer durch ein Hebelsystem vergrößert, um einen für die in Betracht kommenden Spannungen 110 oder 220 V erforderlichen Schaltweg zu erhalten. Bei der Wahl dieses Übersetzungsverhältnisses ist nicht nur die gewünschte Regeldifferenz von Bedeutung. Es ist besonders darauf zu achten, daß große Übersetzungsverhältnisse zu recht labilen Ausführungen führen, die durch äußere Einflüsse oder durch den Schaltvorgang verursachte Schwingungen auf den Schaltmechanismus übertragen und damit dauerndes Funken an den Reglerkontakten und sehr häufiges Ein- und Ausschalten der nachgeschalteten Relais und Schütze hervorrufen. Zur Vermeidung dieser Erscheinungen wird Doppel- oder Folgekontaktgebung verwandt. Durch diese Kunstschaltungen werden die Reglerkontakte, an denen die Ein- bzw. Ausschaltung erfolgt, sofort überbrückt, so daß Schwingungen des Schaltmechanismus nicht auf den Regel- bzw. Heizstromkreis übertragen werden. Derartige Kunstschaltungen führen zu großen Übersetzungsverhältnissen und großen Regeldifferenzen.

Bezüglich der Kontaktstoffe wurde durch Versuche festgestellt, daß Platin am geeignetsten war; Silber und Wolframkontakte zeigten starken Einbrand häufig schon nach wenig Schaltungen. Außerdem weist das sehr harte Wolfram gegenüber anderen Metallen selbst bei hohem Kontaktdruck ganz erhebliche Übergangswiderstände auf. Eine gut geeignete Kontaktform scheint die häufig angewandte Ausführung zu sein, bei der ein Kontakt plan- und der andere kalottenartig ausgebildet ist.

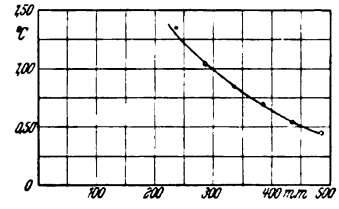


Abb. 3. Differenz zwischen Ein- und Ausschalttemperatur als Funktion der Eintauchtiefe des Fühlrohres.

Die in dem Reglerstromkreis vorhandene Induktivität verstärkt die Funkenbildung an den Kontakten erheblich; deshalb ist es zweckmäßig, für einen wirksamen elektrischen Funkenschutz zu sorgen. Zu diesem Zweck kann man der Relaisspule oder dem Schalter parallel einen mit einem Widerstand in Reihe liegenden Kondensator schalten. Die Größe der benötigten Widerstände und Kondensatoren wird durch Rechnung ermittelt. Bei den relativ kleinen Spulenleistungen der Relais läßt sich auf diese Weise eine wirksame Funkenlöschung erreichen.

Dauerschaltversuche mit zwei gleichen Reglern, deren einem ein Kondensator mit Widerstand parallel geschaltet war, haben bei Steuerung gleicher Relais ergeben, daß durch diesen Funkenschutz die im allgemeinen auftretenden Kontaktschwingungen unterdrückt werden und damit auch die Abnutzung der Kontakte wesentlich geringer wird.

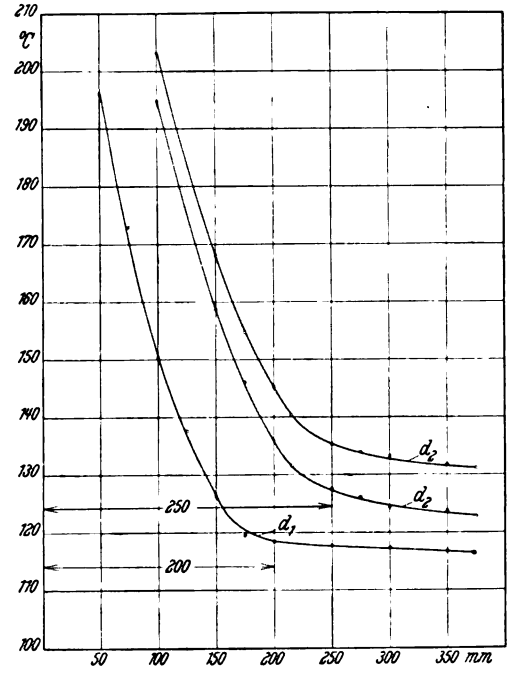


Abb. 4. Ausschalttemperatur als Funktion der Eintauchtiefe des Fühlrohres für 2 gleiche Regler mit verschiedenen wahren Fühlerlängen. (Regler d_1 mit 200 mm wahrer Fühlerlänge, Regler d_2 mit 250 mm wahrer Fühlerlänge.)

Das inzwischen erschienene Heft 10 der Mitteilungen des Forschungsinstitutes behandelt in Fortsetzung der vorstehenden auszugsweise wiedergegebenen Arbeit die zusätzlichen Schalteinrichtungen und den eigentlichen Regelvorgang. Über diese Arbeit wird in Kürze ein Auszug folgen. L. Nolte.

Digitized by Google

Die Kapitalstruktur der deutschen Elektrizitätswirtschaft.

Von A. Friedrich und Dr. B. Thierbach, Berlin.

Übersicht. An der Kapitalbeschaffung der Elektrizitätsunternehmungen waren im Gegensatz zur Vorkriegszeit die öffentlichen Körperschaften (Aktien) und ausländische Finanzgruppen (vorwiegend Anleihen und Darlehen) in starkem Umfang beteiligt. Der ausländische Anteil am Gesamtkapital der Elektrizitätsaktiengesellschaften kann auf knapp 10 % geschätzt werden. Bei den 30 größten Aktiengesellschaften entfielen 1931 61,3 % aller Fremdmittel auf langfristige Auslandsanleihen. Die Bindungen, die die deutschen Unternehmungen bei der Anleiheaufnahme eingegangen sind, haben vielfach organisatorische Umbaupläne verhindert. In finanzieller Hinsicht ergibt sich eine Benachteiligung der deutschen Kapitalgeber zugunsten der ausländischen Geldgeber.

Die Kapitalbeschaffung der Elektrizitätsunternehmungen hat in Deutschland in der Nachkriegszeit einen völlig anderen Charakter angenommen als vor dem Kriege. Damals war der deutsche Kapitalmarkt nicht nur imstande, alle zum elektrizitätswirtschaftlichen Ausbau erforderlichen Mittel selbst aufzubringen, sondern er beteiligte sich darüber hinaus in starkem Umfange auch an der Finanzierung zahlreicher elektrizitätswirtschaftlicher Unternehmungen außerhalb der Reichsgrenzen. Die unzureichend gewordene Kapazität des deutschen Kapitalmarkts hat das Vordringen der öffentlichen Hand gefördert und außerdem eine verstärkte Einflußnahme ausländischer Gruppen auf deutsche Elektrizitätsunternehmungen zur Folge gehabt.

Von 1920 bis 1931 wuchs die installierte Maschinenleistung der öffentlichen Elektrizitätswerke von schätzungsweise 3 auf rund 8 Mill kW an. In runden Ziffern kann man die Aufwendungen für diesen Ausbau einschließlich der Gebäude, Umspannwerke, Übertragungsleitungen, Verteilungsnetze und die anderen erforderlichen Einrichtungen auf rund 5 Mrd RM schätzen, wobei alle sonstigen Aufwendungen der Elektrizitätsgesellschaften für Umbauten, Modernisierungen, Erwerb anderer Gesellschaften, Abschreibungen usw. nicht berücksichtigt sind. Von diesen 5 Mrd RM sind höchstens drei Viertel in Deutschland selbst, mehr als ein Viertel im Auslande aufgebracht worden.

Soweit die Elektrizitätsunternehmungen aktiengesellschaftlich organisiert sind, ergibt sich folgendes Entwicklungsbild:

Entwicklung der Elektrizitätsaktiengesellschaften[1].

Hauptbilanzposten in Mill RM.

Jahr	1 Aktienkapital (Nom.Kap.)	2 Offene Reserven	3 Eigenkapital (1 + 2)	4 Fremdkapital	5 Arbeitende Mittel (3 + 4)
1913/14[1]	557,1	54,3	611,4	557,2	1168,6
1924[1]	948,1	101,4	1049,5	202,4	1251,9
1924[2]	134,5	9,1	143,7	124,5	268,2
1924	1082,6	110,5	1193,2	326,9	1520,1
1924/25	1183,3	117,8	1275,3	368,9	1644,2
1928/29	1498,8	144,8	1532,6[4]	1893,3	3425,9
1929/30	1719,0	190,1	1734,2[4]	2382,7	4116,9
1930/31	1878,5	207,1	1950,7[4]	2542,2[5]	4492,9

[1] Angaben in Mill RM.
[2] Goldmarkbilanzen solcher Gesellschaften, die bereits vor dem Kriege bestanden.
[3] Goldmarkbilanzen solcher Gesellschaften, die während der Kriegs- und Nachkriegsjahre gegründet sind.
[4] Einschließlich Genußscheine, aber unter Berücksichtigung nur des dividendenberechtigten Aktienkapitals.
[5] Hiervon 1567,1 Schuldverschreibungen, Hypotheken und langfristige Darlehen.

Die Ziffern lassen die Schrumpfung der Fremdmittel in der Inflationszeit, aber auch die Tatsache erkennen, daß seit 1924 die Kapitalbeschaffung weniger durch Aktienemission als durch Aufnahme lang- und kurzfristiger Schulden erfolgt ist. Gegenüber der Goldmarkbilanz von 1924 hat sich bis 1931 das Aktienkapital nur um 73,5 %, die Summe der Fremdmittel dagegen um 677,4 %, die arbeitenden Mittel insgesamt infolgedessen um 195,6 % erhöht. Insgesamt waren 1931 die arbeitenden Mittel um annähernd 3 Mrd RM größer als 1924. Allerdings ist bei diesen Angaben zu berücksichtigen, daß nur ein Teil — wenn auch gegenwärtig der bei weitem überwiegende Teil — der Elektrizitätsunternehmungen aktiengesellschaftlich organisiert ist, und daß die Entwicklung der Zahlenreihen durch Umwandlung von Regieunternehmungen, Gesellschaften m. b. H. und Privatunternehmungen in Aktiengesellschaften beeinflußt ist.

Da insgesamt Ende Dezember 1931 in Deutschland 204 Elektrizitätsaktiengesellschaften mit einem Nominalkapital von 2410,62 Mill RM bestanden, ergibt sich, daß die Zahlentafel, die lediglich diejenigen Aktiengesellschaften umfaßt, deren Bilanzen regelmäßig veröffentlicht werden, in der Tat nur etwa 78 % des Bestandes aufzeigt. Nach anderen Ermittlungen des Statistischen Reichsamts[2] war der weitaus größte Teil dieses Aktienkapitals (85,80 %) in festen Händen, und zwar lagen nach diesen Angaben 35,23 % bei der öffentlichen Hand, 37,53 % bei anderen Aktiengesellschaften, 6,25 % bei sonstigen deutschen Unternehmungen und 6,80 % bei ausländischen Gruppen. Die tatsächlichen Besitzverhältnisse werden freilich durch diese Ziffern nur ungenau wiedergegeben, da ja auch von den 37,53 %, die von Aktiengesellschaften, und ebenso von den 6,25 %, die von anderen Unternehmungen kontrolliert werden, der größere Teil mittelbar auf Körperschaften der öffentlichen Hand entfallen dürfte. Es sei daran erinnert, daß von der installierten Leistung der öffentlichen Elektrizitätswerke 1930 (7 958 100 kW) rund 62 % auf die öffentliche Hand, 27 % auf gemischtwirtschaftliche Unternehmungen und 11 % auf rein private Gruppen entfielen[3]. Da ferner die öffentliche Hand an den gemischtwirtschaftlichen Gesellschaften im Durchschnitt zu 50 % beteiligt war, ergibt sich, daß insgesamt rund 75 % der installierten Leistung aller öffentlichen Elektrizitätsanlagen von Körperschaften der öffentlichen Hand beherrscht wurden. Daraus ergibt sich, daß diese Körperschaften auch an der Kapitalbeschaffung in Aktienform zu einem ähnlich hohen Anteil, also zu mehr als drei Vierteln, beteiligt gewesen sein müssen.

Die Angaben über den ausländischen Anteil sind korrekturbedürftig, weil einerseits die Ziffer durch die Gründung der BKL (Berliner Kraft- und Licht-AG.) erheblich größer geworden ist, und weil anderseits die Option auf die 60 Mill RM Vorzugsaktien der VEW (Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen) nach der amtlichen Statistik als bereits ausgeübt angenommen wurde, während diese Aktien gegenwärtig noch als Vorratsaktien bei der Westfälischen Elektrizitätswirtschaft G. m. b. H. ruhen, da das Optionsrecht erst ab 2. I. 1934 ausgeübt werden kann. Berücksichtigt man die 116 Mill RM Aktien, die bei der Gründung der BKL an ausländische Gruppen übergegangen sind, die (teilweise nicht ausgeübten) Optionen ausländischer Gruppen auf neue Aktien der Gesfürel und des RWE, ferner einige kleinere ausländische Beteiligungen, so zeigt sich auch bei den 30 größten deutschen Elektrizitätsgesellschaften eine ziffernmäßig feststellbare Überfremdung von 157,2 Mill RM, wozu noch die ziffernmäßig nicht bekannten ausländischen Beteiligungen (insbesondere an der Gesfürel, Elektrizitäts-AG. vorm. W. Lahmeyer & Co., Kraftwerk Altwürttemberg, Neckarwerke AG., Schlesische Elektrizitäts- und Gas-AG.) hinzuzurechnen wären. Die gesamte Höhe aller Auslandsbeteiligungen an den 30 größten Gesellschaften kann auf rund 200, an sämtlichen deutschen Elektrizitätsaktiengesellschaften auf rund 225 Mill RM geschätzt werden, d. h. auf knapp 10 % des gesamten Nominalkapitals.

Erscheint also zahlenmäßig der Überfremdungsgrad der deutschen Elektrizitätswirtschaft gering, so ergibt sich eine wesentlich andere Beurteilung der Einflüsse, wenn wir festzustellen versuchen, auf welche ausländischen Gruppen der hauptsächlichste Einfluß entfällt und auf welche deutschen Unternehmungen dieser Einfluß vorwiegend gerichtet ist, und wenn wir ferner im Zusammenhang hiermit den Umfang und die Herkunft der langfristigen Auslandsanleihen untersuchen.

Da die amtliche Statistik zur Beantwortung dieser Fragen großenteils nicht ausreicht, beschränken sich die nachfolgenden Feststellungen in der Hauptsache auf die 30 größten Elektrizitätsgesellschaften, die 1930/31 über ein Nominalkapital von 1656,98 Mill RM verfügten. Lassen

[1] Zusammengestellt nach den Statistischen Jahrbüchern für das Deutsche Reich 1926, 1928 ··· 1932.

[2] Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich 1932, Seite 362 f.
[3] Wirtschaft und Statistik 1932, Seite 327.

Digitized by Google

wir solche Beteiligungen, die einen mehr vorübergehenden Charakter haben (Aktienkäufe amerikanischer Investierungsunternehmen usw.) sowie diejenigen Beteiligungen außer acht, die sich — insbesondere in der Südwestecke des Reiches — teilweise mit einer engen technischen Zusammenarbeit decken, so sind vier Haupteinflußgruppen festzustellen: die Züricher Elektrobank, die Schweizerische Gesellschaft für elektrische Industrie, die Sofina-Chade-Gruppe und die amerikanische, jetzt noch mit der Chase National Bank verbundene Harris-Forbes-Gruppe.

Die Gesamtsumme aller Fremdmittel belief sich Ende 1930 bei den 30 größten Aktiengesellschaften auf 1794,59 Mill RM. Hiervon entfielen auf langfristige Anleihen und Darlehen 1375,76 Mill RM. An der letztgenannten Ziffer waren Auslandsanleihen mit 1099,99 Mill RM beteiligt, d. h. mit 79 % aller langfristigen Mittel oder mit 61,3 % aller Fremdmittel überhaupt. Die Verteilung auf die hauptsächlichsten Emissionsgruppen — soweit sie feststellbar ist — zeigt folgendes Bild:

Nicht weniger als 93 % dieser Auslandsanleihen (1025 Mill RM) entfallen auf vier Hauptgruppen. An erster Stelle steht mit einem Betrag von rund 440 Mill RM die National City Co; an zweiter Stelle folgt mit rund 275 Mill RM die Harris-Forbes-Gruppe, an dritter mit rd. 200 Mill RM das Emissionshaus Dillon, Read & Co., an vierter mit rd. 110 Mill RM die schweizerischen Banken, wobei die Führung im allgemeinen bei der Schweizerischen Kreditanstalt lag.

Die Bindungen, die die deutschen Unternehmungen bei der Anleiheaufnahme eingegangen sind, haben sich schon mehrfach als Hindernisse organisatorischer Umbaupläne erwiesen, z. B. bei dem Anschluß der VEW an das RWE und bei den Aufteilungsplänen der Landkraftwerke Leipzig. All diese Fälle zeigen, wie weitgehende Beeinflussungsmöglichkeiten in der umfangreichen Anleiheaufnahme bei ausländischen Emissionshäusern liegen.

Auch in finanzieller Hinsicht sind die Auswirkungen der umfangreichen Auslandsfinanzierung von großer Bedeutung. Die jährliche Zinsenlast aus der Anleihesumme beträgt rd. 75 Mill RM, wovon rd. 90 % auf die Auslandsanleihen entfallen. Die Gesamtleistungen der deutschen Elektrizitätsunternehmungen an ausländische Gläubigergruppen erhöhen sich durch die Zinszahlungen für kurz- oder mittelfristige Kredite und Darlehen und durch die Dividendenzahlungen, außerdem durch die Verzinsung solcher Beträge, die nicht unmittelbar, sondern mittelbar (Staat, Gemeinde, Dachgesellschaften usw.) im Ausland aufgenommen sind, schließlich auch noch durch die Tilgungszahlungen.

Zusammenfassend läßt sich also feststellen: Die Kapitalversorgung der deutschen Elektrizitätswirtschaft ist, soweit es sich um Aktien handelt, vorwiegend durch Körperschaften der öffentlichen Hand erfolgt, dagegen vorwiegend durch ausländische Emissionshäuser, soweit langfristige Anleihen aufgenommen wurden. Gerade die verhältnismäßig hohe Belastung mit Anleihezinsen hat naturgemäß auf die Entwicklung der Reingewinne nachteilig gewirkt; während bisher die Zinszahlungen restlos geleistet worden sind, ist bekanntlich eine Reihe wichtiger Elektrizitätsunternehmungen (u. a. Preußen-Elektra, AG. Sächsische Werke, Bayernwerk, VEW usw.) dividendenlos geworden.

RUNDSCHAU.

Apparate.

Neuer selbsttätiger Mastschalter. — Die in Hochspannungsnetzen vielfach verwendeten, meist dreipoligen Mastschalter bilden ein wichtiges Hilfsmittel zur engeren Netzunterteilung und Gebietsbegrenzung bei Betriebstörungen. Die Tatsache, daß Mastschalter in den meisten Fällen nur als von Hand betätigte Trennschalter dienen, wird in vielen Netzen als großer Mangel empfunden, weil in Störungsfällen für die Abschaltungen viel Zeit verloren geht.

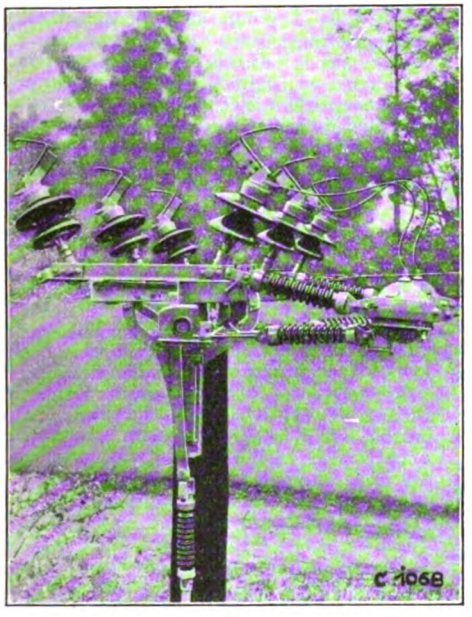


Abb. 1. Selbsttätiger Mastschalter.

Die Notwendigkeit, Mastschalter einerseits mit selbsttätiger Auslösevorrichtung zu versehen und anderseits in geeigneter Weise für Schaltungen unter Last auszugestalten, tritt immer mehr in Erscheinung. Beide Bedingungen erfüllt der neue selbsttätige Mastschalter der HABEGE[1] mit wettersicher gekapselten Überstromauslösern und Freiauslösung (Abb. 1).

[1] Hochspannungsapparatebau-Gesellschaft, Dresden-N. 23.

Grundsätzlich ist bei dieser Ausführung die Auslöseranordnung getrennt vom Schalter selbst vorgesehen, so daß der Anbau auch an vorhandene Apparate möglich ist.

Der Mastschalter selbst besteht aus 2 Reihen Schwenkisolatoren, welche durch Scherenarme betätigt werden, wodurch ein besonders großer Abschaltweg erreicht wird. Die Auslöser, mit und ohne Verzögerung, sind in Kugelgehäuse eingebaut und seitlich im Leitungszug in kräftige Ringfassungen eingesetzt, so daß die Auslöser schnell und leicht überprüft oder ausgewechselt werden können. Das Entklinken der vollständig gekapselten Freiauslösung erfolgt durch kräftige gerillte Stabisolatoren, welche beim Ausschalten eine Drehbewegung ausführen, wodurch sicheres Abschalten auch bei ungünstigen klimatischen Verhältnissen gewährleistet ist. Reichliches Spiel im Übertragungsmechanismus verhindert ungewolltes Schalten auch bei starker Seilbewegung. Das selbsttätige Öffnen des Schalters bewirken kräftige, an einem Scherengestänge angreifende Druckfedern. Die Kontakte sind als Messerkontakte mit Horn und Gegenhorn ausgebildet, öffnen sehr schnell bei großem Abschaltweg, wodurch erhebliche Abschaltleistung möglich ist.

Der selbsttätige Mastschalter kann in vielen Fällen, eingebaut in Hauptleitungen oder Stichleitungen, eine gemauerte Station ersetzen, denn er kann an jeder beliebigen Stelle des Netzes untergebracht werden, wodurch sich bei geringsten Kosten erhebliche Betriebsverbesserungen durchführen lassen. *fi*

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Großes Mitteldruck-Wasserkraftwerk in den V. S. Amerika. — Eines der neuzeitlichsten und größten Mitteldruck-Wasserkraftwerke, das bei Vollausbau mit 12 Vertikal-Kaplanturbinen von je 42 500 PS bei 18 m Gefälle 510 000 PS, entsprechend einer Jahresleistung von 800 Mill kWh, erzeugt, ist im ersten Ausbau mit einer Gesamtleistung von 255 000 PS in 6 Turbineneinheiten fertiggestellt. Diese am Unterlauf des Susquehanna-Flusses im Safe Harbor errichtete, der Pennsylvania Water and Power Co., Baltimore, gehörende Kraftstufe wird bei Vollausbau das größte Wasserkraftwerk Amerikas sein.

Das Niederschlagsgebiet dieses Flusses, das sich auf die Staaten Pennsylvania, New York und Maryland erstreckt, beträgt 68 500 km². Durch eine gewaltige Wehranlage von 1524 m Länge, in die das 280 m lange Kraftwerk eingebaut ist, wird der Susquehanna-Fluß um etwa

Digitized by Google

18 m gestaut. Der Staubeckeninhalt beträgt etwa 6,8 Mill m³.

Außer den 12 in einer Reihe aufgestellten Kaplanturbinen dienen für die Stromversorgung der Hilfsbetriebe noch 2 kleinere 3100 PS-Vertikal-Francis-Turbinen.

Eingehende Versuche mit verschiedenen Turbinensystemen durch Davis und Spandling[1] führten zur Wahl der Kaplanturbine, die wegen ihrer regelbaren Laufradschaufeln die günstigsten Wirkungsgrade bei den verschiedensten Belastungen und Gefällen brachte. Die Kaplanturbinen sind die größten dieser Art in Amerika. Von den 12 Kaplanturbinen sind 10 zum unmittelbaren Antrieb von ganz geschlossenen Vertikal-Drehstromgeneratoren von je 36 000 kVA Leistung, bei $\cos\varphi = 0{,}8$, 13 800 V, 60 Per/s und 109,1 U/min bestimmt. Die 2 anderen Turbinen dienen zum Antrieb von ganz geschlossenen Vertikal-Einphasen-Bahngeneratoren von je 37 500 kVA, bei $\cos\varphi = 0{,}8$, 13 300 V und 25 Per/s. Für den Vollausbau sind ferner vier Frequenzumformer für 25/60 Per/s, 31 280 kVA, bei $\cos\varphi = 0{,}8$, 300 U/min und 13 300 V vorgesehen.

Die Hauptangaben der Drehstromgeneratoren sind:

Leistung dauernd	36 000 kVA
$\cos\varphi =$	0,8
Klemmenspannung	13 800 V
Frequenz	60 Per/s
Drehzahl	109 U/min
Durchgehdrehzahl	231
Gesamtgewicht	363 t
gesamte Lagerbelastung, einschl. axialem Wasserdruck von 163 + 449 =	612 t
Statordurchmesser	9,3 m
Generatorhöhe, gemessen von der Turbinenkupplung bis zum höchsten Punkt des Maschinensatzes	8,8 m

Die oberhalb des Traglagers aufgebaute Erregermaschine ist für eine Leistung von 185 kW und 230 V bemessen. Sämtliche Maschinensätze für die Krafterzeugung, ferner die 69 kV-Transformatoren, die Sammelschienen und die Schaltwarte sind im Kraftwerk eingebaut, die 25/60-Frequenzumformer und das 132 kV-Aufspannwerk östlich davon. Die 230 kV-Umspanner und das zugehörige Aufspannwerk befinden sich auf dem Dach des Kraftwerkes.

Zur Stromversorgung der Gas, Electr. Light and Power Co. in Baltimore dient zunächst eine 230 kV-Hochspannungsleitung, wobei die Spannungsregelung dieser Hochvoltleitung im Abspannwerk Westport in Baltimore durch einen Synchronkondensator erfolgt. Eine zweite 230 kV-Leitung soll in den nächsten vier Jahren zum Ausbau kommen. Durch eine 1,6 km lange 69 kV-Doppelleitung ist das Kraftwerk mit dem Leitungsnetz der Pennsylvania Water and Power Co. verbunden.

Die mit Umlaufkühlung eingerichteten ganz verschlossenen Generatoren mit Wasserkühlung sind mit CO_2-Brandschutzeinrichtungen versehen. Die im Maschinenhaus aufgestellten Reaktanzspulen (reactors) und die 13,8 kV-Ölschalter sind für eine Kurzschlußleistung von 1 500 000 kVA bemessen. Sämtliche Ölschalter im Maschinenhaus haben Motorantrieb für Fernbetätigung. Die in Y/△ geschalteten 89 kV- und 230 kV-Ölumspanner enthalten zum Schutz gegen Brandgefahren in ihren Ausdehnungsgefäßen ein CO_2-Gasgemisch. Die Kühlung der Umspanner erfolgt bei Normallast durch Selbstkühlung und bei Überlastung derselben durch Preßluftgebläse. Durch letztere Vorkehrung wird die Leistung der Umspanner laut nachstehender Aufstellung erheblich gesteigert.

	60kV-Transformatoren	230 kV-Transformatoren
Normalleistung	30 000 kVA	84 000 kVA
Maximalleistung bei Preßluftkühlung	45 000 kVA	126 000 kVA
Übersetzungsverhältnis	13,8/60 kV	13,8/230 kV

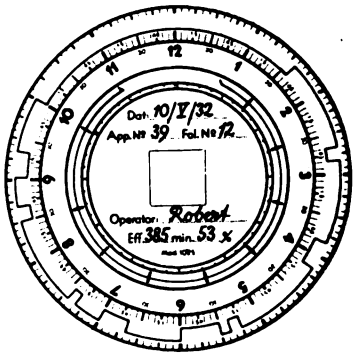
Sämtliche Haupttransformatoren sind mit Differentialschutz und Windungschutz-Relais versehen.

Die Schaltanlage ist mit Doppelsammelschienensystem versehen. Alle zeitgemäßen Schutzeinrichtungen sind in diesem Großkraftwerk vorhanden, ferner zur Betriebskontrolle des ganzen Versorgungsgebietes eine Bell-Fernsprecheinrichtung. (N. B. Higgins, Electr. Engng. Bd. 51, S. 757.) *C. B.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Neues Betriebszeit-Kontrollgerät. — Der Elektrizitätswirtschaft steht neuerdings ein einfaches und billiges Registriergerät zur ausschließlichen Kontrolle der Betriebszeiten zur Verfügung, der elektrische „Zenith-Recorder" (Abb. 2). Das Gerät[2] kann an alle Stromarten und Spannungen angeschlossen werden zur Kontrolle aller elektrischen Maschinen, Anlagen und Leitungen. Durch ihn erhält die Betriebsleitung jederzeit einen untrüglichen und ununterbrochenen Bericht über Betrieb, Stillstand und Störungen von Generatoren, Batterien, Lademaschinen, Transformatoren, Ölschaltern, Pump-, Kessel- und Bekohlungsanlagen sowie auch von außerhalb liegenden Anlagen, wie Umschalt- und Umspannwerken, Kabel- und Freileitungen. Mit dem Zenith-Recorder kann man die genaue Lage der Betriebszeiten größerer Abnehmer feststellen, zur Erzielung einer günstigen Belastungskurve und Vermeidung der unangenehmen und unwirtschaftlichen Spitzen sowie zwecks Einführung von Sondertarifen. Das Gerät registriert zwangsläufig, indem durch einen Magneten eine Schreibvorrichtung bewegt wird, an welcher das Uhrwerk eine Diagrammscheibe vorbeidreht, u. zw. jeweils 8 Tage lang ohne Bedienung. Die Kontrollscheiben können jederzeit auch einzeln entnommen werden (Abb. 3 und 4). Durch eine besondere Meßscheibe läßt sich auf einfachste Weise die tägliche Gesamtbetriebszeit errechnen. Auch Fernregistrierung (Fernkontrolle) ist möglich; eine Glimmlampe meldet außerdem jede Betriebstockung. Die Zenith-Recorder dienen schließlich auch zur Fernkontrolle mechanisch angetriebener Maschinen durch Anbringung von Kontakten an den betreffenden Teilen. Sondertypen ermöglichen gleichzeitig eine Anwesenheitskontrolle des Bedienungspersonals und die zeitgleiche Registrierung besonderer Betriebsumstände, wie z. B. verschiedener Stillstandsursachen und Unterscheidung verschiedener Arbeitsschichten. *fi*

Abb. 2. Zenith-Recorder.



außen: zwangsläufiges Betriebszeitendiagramm
innen: Anwesenheitskontrolle des Personals

Abb. 3. Kontrollscheibe.

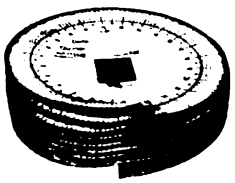


Abb. 4. Gebündelte Diagramme für mehrtägige Kontrolle.

Beleuchtung.

Grenzen der Leistungsfaktorverbesserung bei Gasentladungslampen. — Der Leistungsfaktor bei Leuchtröhrenanlagen ist bekanntlich so niedrig (im Mittel 0,45), daß ein Elektrizitätswerk in Amerika nur noch Leuchtröhrenanlagen zuläßt, die mit irgendeiner Einrichtung zur Leistungsfaktorverbesserung versehen sind. Der Einfluß des Leistungsfaktors der Leuchtröhrenanlagen auf den der Gesamtbelastung der Kraftwerke kann beispielsweise für Berliner Verhältnisse vorläufig als verschwindend klein angesehen werden. Jedoch kann man sich nicht der Tatsache entziehen, daß mit der Vervollkommnung der Natriumdampflampe die Gefahr besteht, daß „binnen kurzem die Metallfadenlampe eine Sache der Vergangenheit sein wird", wie H. Rissik behauptet. Der Verfasser erläutert an Hand von Beispielen die Möglichkeit des Auftretens von Leistungsfaktoren kleiner als Eins in Stromkreisen ohne Induktivität und Kapazität, was durch nichtsinusförmige Ströme bedingt wird. Zur Lösung der bekannten Frage der Definition des Leistungsfaktors bei nichtsinusförmigen Strömen führt der Verfasser den Begriff des „Abweichungsfaktors" oder „Verzerrungsfaktors" (μ) ein, dargestellt durch das Verhältnis des Effektivwertes der Grundwelle (I_1) zu dem Effektivwert des resultierenden Stromes (I), d. h. $\mu = I_1/I$. Das rechnungsmäßige Ergebnis der Untersuchung ist die Beziehung $\lambda = \mu \cdot \cos\varphi$, wobei λ der Leistungsfaktor als Quotient aus Wirk- und

[1] Electr. Engng. Bd. 51 (1932), S. 728.
[2] Hersteller: Kirner & Co., G. m. b. H., Freiburg i. Br.

Digitized by Google

Scheinleistung ist und cos φ als „Phasenverschiebungsfaktor" gilt. Diese Beziehung ist erstmalig von Brynhildsen und Kern veröffentlicht worden[1] und hat in der ETZ eine lebhafte Diskussion veranlaßt[2]. Aus dieser Gleichung erhellt recht gut die Tatsache, daß in Stromkreisen ohne Induktivität oder Kapazität, d. h. in Stromkreisen mit cos φ = 1, nicht ohne weiteres der Leistungsfaktor 1 vorhanden ist. Neben den erwähnten, von Rissik recht treffend gewählten Beispielen, welche hinsichtlich der zahlenmäßigen Durchrechnung allerdings zu starken Bedenken Anlaß geben und auch schon eine Diskussion verursacht haben[3], wird zur Ableitung der Gleichung von Brynhildsen und Kern eine Diagrammdarstellung der Oberwellenströme eingeführt, die Aufmerksamkeit verdient. Die Vektoren der Stromgrundwelle und deren Komponenten liegen in der Vektorebene (Zeichenebene), während die der höheren Harmonischen senkrecht zu der Vektorebene gestellt sind. Das ist eine Vorstellung, die, in bezug auf die Leistung recht anschaulich, aber in bezug auf die Drehung des Oberwellenvektors mit Schwierigkeiten verknüpft ist. — Für den zahlenmäßigen Betrag des Verzerrungsfaktors für Neonröhren, der als Maß für die Oberwellenleistung zu betrachten ist, gibt Rissik im Mittel 0,85 an. Da die Mehrheit der Leuchtröhrenschilder mit einem Leistungsfaktor $\lambda = 0{,}35 \cdots 0{,}5$ arbeitet, ergibt sich nach der Gleichung $\lambda = \mu \cdot \cos\varphi$ ein Phasenverschiebungsfaktor von $0{,}4 \cdots 0{,}6$, welch letzterer durch Gebrauch von Kondensatoren kompensiert werden kann. Die dadurch angestrebte Verbesserung des Leistungsfaktors wird sich jedoch nicht voll auswirken, d. h. es wird $\lambda < 0{,}85$ sein, da in demselben Maße, wie die von dem Kondensator aufgenommene Oberwellenleistung zu der des gesamten Neonröhren-Stromkreises hinzukommt, eine Verschlechterung des Verzerrungsfaktors eintritt. Rissik glaubt aus diesem Grunde nicht annehmen zu können, daß ein Leistungsfaktor, der über 0,8 liegt, unter diesen Umständen erreicht werden kann.

Es dürfte in diesem Zusammenhange von Interesse sein, daß das Stiefkind der Elektrotechnik, der Gleichstrom, auch in dieser Beziehung erneut Bedeutung gewinnt. Der Einbau von Gleichrichtern ist unter Berücksichtigung aller technischen und wirtschaftlichen Faktoren gegenüber dem Kondensatoreneinbau in Erwägung zu ziehen, nachdem das Leuchtröhren-Zündungsproblem bei Gleichspannung durch die Untersuchungen im Elektrotechnischen Laboratorium der BEWAG eine befriedigende Lösung gefunden hat (DRP. B 158 340 VIII b/21 f). Der Betrieb von Gasentladungslampen mit Gleichstrom dürfte neben verschiedenen technischen Vorteilen auch hinsichtlich des Leistungsfaktors nicht zu unterschätzende Vorteile bieten. Es liegt auf der Hand, daß Transformatoren für den Gleichstrombetrieb von Hochspannungs-Leuchtröhren ohne zusätzliche Drosseln geschaltet werden bzw. erstere selber nicht als Streutransformatoren ausgeführt werden, wodurch der Leistungsfaktor für Hochspannungs-Leuchtröhrenanlagen in günstigster Weise beeinflußt wird. In gleicher Weise werden Niederspannungs-Leuchtröhrenanlagen durch den Betrieb mit Gleichstrom zu einer erheblichen Verbesserung des Leistungsfaktors gegenüber Wechselstrom-Leuchtröhrenanlagen führen. (H. Rissik, Electr. Times, London, Bd. 83 S. 135.) *Rg.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Schnellfahrversuche München—Stuttgart. — Bei den am 28. VI. d. J. von der Reichsbahn auf der Strecke München—Ulm—Stuttgart durchgeführten Schnellfahrversuchen wurde zwischen München und Augsburg eine Höchstgeschwindigkeit von 151,5 km/h erreicht. Längere Streckenstücke konnten bis Ulm noch mit 140, auf der schwierigeren Strecke Ulm—Stuttgart noch mit 130 bis 125 km/h durchfahren werden. Die reine Fahrzeit von München bis Stuttgart (241 km) betrug bei der Hinfahrt 146, bei der Rückfahrt 146,5 min. Durch Fortfall des Aufenthalts in Ulm und Augsburg hätte sich die Reisegeschwindigkeit auf über 100 km/h steigern lassen. Die 5 km lange Geißlinger Steige (22,5 ‰) wurde in 260 s mit einer konstanten Geschwindigkeit von 68 km/h durchfahren. Der Zug bestand aus 7 Wagen von zusammen 310 t Gewicht und wurde von einer neuen elektrischen 1 $C_0$1-Schnellzuglokomotive der Reihe 04 gefahren. Durch Vorversuche wurde ermittelt, daß zum Abbremsen aus 144 km/h ein Bremsweg von 1170 m erforderlich ist, so daß bei dem jetzigen Abstand zwischen Vor- und Hauptsignal das Lokomotivpersonal die Strecke sehr sorgfältig beobachten muß. Die Fahrten haben den Beweis erbracht, daß Geschwindigkeiten bis zu 150 km/h bei gutem Oberbau und bestem Lokomotiv- und Wagenmaterial betriebsmäßig gefahren werden können. *Tf.*

Geschäftsbericht der Schweiz. Bundesbahnen für 1932. — Der letzte Geschäftsbericht der SBB steht immer noch unter dem Zeichen andauernder verschärfter Wirtschaftskrise. Der mengenmäßige Rückgang des Güterverkehrs von 2,5 Mill t = 14 % bewirkte im Berichtsjahr zusammen mit der neuen Abnahme des Personenverkehrs von 7,4 Mill Reisenden = 6 % ein weiteres Abfallen der seit 1930 sinkenden Betriebsleistungskurven (rd. 11,8 Mrd Brutto-Tonnenkilometer Betriebsleistung im Jahre 1930 gegenüber etwa 10,9 Mrd im Berichtsjahr) und damit der Einnahmen. (Die Zugkilometerzahl 28,687 Mill im Berichtsjahr gegenüber 28,587 Mill im Jahre 1932 macht hiervon eine Ausnahme.) Die Einnahmen sind aus dem Personenverkehr 11,2 Mill RM[1] = 9,3 % und aus dem Gesamtgüterverkehr 22,96 Mill RM = 12,9 % hinter den vorjährigen zurückgeblieben. Das Berichtsjahr schließt mit einem Betriebsverlust von rd. 40 Mill RM (rd. 8 Mill RM im Vorjahr).

Trotz diesem allgemeinen Rückgang haben die SBB bisher von einer Einschränkung des Personenfahrplanes abgesehen, da sie über ausreichendes Rollmaterial und Personal verfügen und zudem der schon ohnehin bedeutende Kraftwagen-Wettbewerb (die Zunahme des motorisierten Straßenverkehrs von 1930 bis 1932 beträgt rd. 50 %) durch Verschlechterung des Fahrplanes nicht noch Vorschub zu leisten beabsichtigen.

Seit dem Jahr 1919, dem Zeitpunkt des eigentlichen Beginns der Elektrisierung, bis Ende des Berichtsjahres ergeben sich für die allgemeine Entwicklung der SBB folgende Zahlen:

	1919	1932
Gesamtgüterverkehr in Mill t	13,5	15,5[2]
Personenverkehr in Mill Reisenden	75,0	116,0[3]

Im gleichen Zeitraum verzeichnet die Elektrisierung der SBB folgende Fortschritte:

	1919	1932
Lok-km elektrischer Betrieb	2½ %	72 %
Brutto-tkm elektrischer Betrieb	2 %	86 %

Gleichzeitig erhöhte sich die Anzahl der Züge auf 1 Tag und Bahn-km in diesem Zeitabschnitt wie folgt:

Personenzüge	8	27
Güterzüge	8	13

(Die Gesamtbetriebslänge der SBB beträgt 3030 km.)

Im Laufe des Berichtsjahres wurden folgende Normalspur-Triebfahrzeuge neu in den Betrieb gestellt:

23 Einphasen-Wechselstrom-Lokomotiven der Serie Ae 4/7
1 desgl. der Serie Ae 8/14
5 Einphasen-Verschublokomotiven der Serie Ee 3/3
5 Traktoren mit Verbrennungsmotoren der Serie Tm.

In Auftrag gegeben wurden im Berichtsjahr, ebenfalls für Normalspur:

5 Einphasen-Wechselstrom-Traktoren der Serie Te
9 Einheits-Traktoren der Serie Tm.

Auf Ende 1932 standen an elektrischen Triebfahrzeugen zur Verfügung:

427 Streckenlokomotiven
43 Rangierlokomotiven
46 Motorwagen
16 Akkumulatoren-Triebfahrzeuge
12 Traktoren

Insgesamt 544 elektrische Triebfahrzeuge.

Es wurden ferner 115 Personenwagen mit der elektrischen Heizung, 2 Personenwagen mit elektrischer Luftheizung und 68 Güterwagen mit elektrischer Heizleitung ausgerüstet. Seit dem 15. V. 1932 stehen 308 und auf Ende 1932 standen 343 Lokomotiven mit Sicherheitseinrichtung für einmännige Bedienung im Dienste. Einschließlich der einmännig bedienten elektrischen Rangierlokomotiven standen auf Ende 1932 rd. 540 Lokomotivführer oder 33 % im Einmanndienst. Am gleichen Datum wurden 45 % der

[1] Brown Boveri Mitt. Bd. 14 (1927), S. 205.
[2] K. E. Müller, ETZ 1928, S. 251; Erwiderungen: S. 1167.
[3] Electr. Times, London, Bd. 85 (1933), S. 135.

[1] 1 Fr = 0,80 RM.
[2] Nach einem Maximum von rd. 19,5 Mill t im Jahre 1929.
[3] „ „ „ „ „ 128,0 „ Reisenden im Jahre 1930.

Digitized by Google

kilometrischen Leistungen der elektrischen Lokomotiven einmännig gefahren. Der Einbau der durchgehenden Güterzugbremse System Drolshammer wurde fortgesetzt. Auf Ende 1932 waren 6118 Güterwagen mit dieser Bremse und 3174 Wagen mit der Bremsleitung ausgerüstet. Von der Gesamtzahl der auf Ende 1932 vorhandenen eigenen normalpurigen Güterwagen sind 36,9 % mit der durchgehenden Bremse und 19,1 % mit der Bremsleitung versehen.

Zur Erhöhung der Betriebsicherheit und zur Ermöglichung größerer Durchfahrgeschwindigkeiten wurden 16 Bahnhöfe und Stationen mit neuzeitlichen Signal- und Sicherungseinrichtungen ausgerüstet. Der elektrische Streckenblock wurde auf 11 Doppelspurstrecken und auf 3 Einspurstrecken ausgedehnt. Auf der Linie Bern—Thun wurden Dauerversuche mit der elektromagnetisch wirkenden selbsttätigen Zugsicherung der Signum AG., Wallisellen, angestellt, die auch im Jahre 1933 fortgesetzt werden sollen.

Mit der Schweizerischen Kraftübertragung AG., Bern, der Motor-Columbus AG., Baden, den Bernischen Kraftwerken AG., Bern, und Nordostschweizerische Kraftwerke AG., Baden, usw. wurden Verträge abgeschlossen zwecks Sicherstellung der Energieversorgung sowie der Erhöhung des Ausnutzungsgrades der Wasserkraftwerke.

In den den SBB gehörenden Bahnkraftwerken wurden folgende Einphasen-Energiemengen erzeugt:

	1932 kWh	1931 kWh
Amsteg, Ritom, Vernayaz, Barberine u. Massaboden, zusammen	431 982 000	457 574 000
von bahnfremden Kraftwerken bezogene Energie	63 230 000	41 450 000
Summe der erzeugten und bezogenen Energie	495 212 000	499 024 000
Energieabgabe für die Zugförderung der SBB	472 953 000[1]	484 604 000.

Die beiden Kraftwerke Ritom und Barberine verzeichneten im Verlaufe des Berichtsjahres folgende nutzbare Inhalte ihrer Stauseen in Mill m³:

	im April	im August	im Dezember
Ritom	1	27 (voll)	25,6
Barberine	2,1	39 (voll)	29,6.

An der Wasserseite der Staumauer beider Kraftwerke wurden im Laufe des Sommers Ausbesserungsarbeiten in Form von Zementinjektionen, Steinverkleidungen usw. vorgenommen.

Als weitere Elektrisierungsarbeiten sind zu nennen der Bau der beiden Unterwerke Muttenz und Delsberg. Dem elektrischen Betriebe übergeben wurden ferner im Oktober 1932 die Strecken Wallisellen—Uster—Rapperswil und Zürich—Affoltern—Zug. Ebenso wurden die Fahr- und Schwachstromleitungen auf folgenden Strecken erstellt[2]: Delsberg—Delle, Bern—Luzern und Uznach—Ziegelbrücke—Linthal (die Aufnahme des elektrischen Betriebes der Emmentalbahn mit Einphasenbetrieb erfolgte im Dezember 1932).

Ein übersichtliches Bild über die Entwicklung der Elektrisierung unter Berücksichtigung der Verkehrszunahme geben folgende Zahlen:

	1919	1932
Verkehr in Mrd br-tkm	5,5	10,8
Kohlenverbrauch in 1000 t	425	105
Energieverbrauch in Mill kWh . . .	10	473.

Die Kosten für die Elektrisierung in den Jahren 1907 bis 1932 belaufen sich auf 561,36 Mill RM, wovon 14,88 Mill auf das Berichtsjahr entfallen. (Geschäftsbericht der SBB für das Jahr 1932.) *H. Z.*

[1] Der Minderverbrauch von 11,651 Mill kWh gegenüber dem Vorjahr infolge Wirtschaftskrise und des damit zusammenhängenden Verkehrsrückgangs.

[2] ETZ 1931, S. 1176.

Fernmeldetechnik.

Untersuchung des Feldes in der Nähe eines Kurzwellensenders. — E. A. Paulin beschreibt einen Empfänger, der das Feld in der Nähe eines Kurzwellensenders in bezug auf Feldstärke und Polarisation mit einem Galvanometer zu untersuchen gestattet. Abb. 5 zeigt den Aufbau des Empfängers. Der Heizfaden der Röhre (Typ UX199) wird von einer 4,5 V-Trockenbatterie geheizt in Reihe mit einem konstanten Widerstand R_1 und einem veränderbaren Widerstand R_2. R_1 ist eine Manganinspule von 20 Ω, die auch als Drosselspule dient. Mit R_2 kann der Nullpunkt und damit die Empfindlichkeit des Galvanometers V, das einen Strommeßbereich von 25 μA hat, eingestellt werden. C_2 verhindert Schwingungen im Heizkreis. Die Anode P liegt an derselben Stromquelle wie der Heizdraht. Das Gitter G liegt mit der kurzen Windung L an der oberen Platte a des Drehkondensators C_s. Dieser Kondensator ist so konstruiert, daß sein Streufeld klein und konstant ist. Er besteht aus zwei kreisförmigen Aluminiumplatten a und b; die Innenseite jeder Platte ist in zwei Halbkreise geteilt, die etwas verschiedene Höhe haben. Die untere Platte, die mit dem langen hölzernen Handgriff H gedreht werden kann, ist mit der Antenne verbunden. Der ganze Apparat ist durch einen Messingzylinder abgeschirmt, der mit a verbunden ist, und um D drehbar. Die Antenne ist um eine horizontale Achse drehbar. Mit diesem Empfänger wurden Stärke und Polarisationszustand des Strahlungsfeldes eines linearen Senders untersucht, dessen Wellenlänge von 5 bis 7,5 m variierte. Bis zu Entfernungen von 100 m erwiesen sich die Wellen als polarisiert, entsprechend der Schwingungsrichtung im Sender. Sobald sich in der Nachbarschaft des Senders andere Leiter befanden, wurden starke Interferenzerscheinungen beobachtet, welche den großen Einfluß solcher Sekundärstrahler zeigten. Besonders geeignet erwies sich der Empfänger zur Untersuchung des Feldes gerichteter Strahlung. (E. A. Paulin, Physic. Rev. Bd. 33, S. 432.) *Br.*

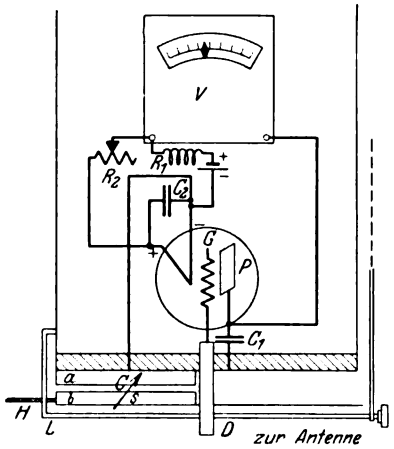


Abb. 5. Kurzwellen-Meßempfänger.

Das Tonfrequenzsystem der International Telephone & Telegraph Co. (ITT). — Während die ITT für die Wechselstrom-Telegraphie (WT) bisher das in den Bell-Laboratorien 1925 entwickelte 10fach-WT-System mit einer Frequenzverteilung von $425 + (n-1) \cdot 170$ auch außerhalb Amerikas verwendete, hat sie neuerdings in ihren Laboratorien ein eigenes Tonfrequenzsystem entwickelt. Dieses benutzt das vom CCIT empfohlene Frequenzverteilungschema $420 + (n-1) \cdot 120$, arbeitet also mit einem um 40 % engeren Frequenzabstand. Dafür gestattet es auf Vierdrahtleitungen bis zu 18 Frequenzen einzurichten. Beim Zweidrahtbetrieb werden nur 9 Verbindungen eingerichtet, die 9 unteren Frequenzen als Sende- und die 9 oberen Frequenzen als Empfangswege.

Der gestellmäßige Aufbau dieser WT wurde vollständig neu gestaltet, wobei große Rücksicht auf Raumersparnis genommen wurde. Die Gestelle sind deshalb auf Vorder- und Rückseite gleichmäßig mit Betriebsorganen bestückt, Meß- und Überwachungsgeräte sind für je 3 Wellen gemeinsam vorhanden und werden unter Benutzung von Klinken und Stöpselschnüren eingeschaltet. Die gewählte Schaltung weicht insofern von der Siemens-Schaltung ab, als mit Röhrengleichrichtung und Pegelregelung mit sehr großer Zeitkonstante gearbeitet wird. Letzteres bedingt, daß in der Ruhepause Arbeitstrom übertragen wird, so daß der Empfangsverstärker beim Beginn des Arbeitens sich dem jeweils vorhandenen Pegel bereits angepaßt hat.

Ein solches System ist auf der Strecke London—Dundee von der englischen Verwaltung zunächst nur mit 12 Wellen eingesetzt worden. Die gemessene Verzerrung dieses Systems beträgt beim Pegel Null schon 20 % (in Deutschland 5 ··· 10 %), u. zw. unabhängig davon, ob Wechsel oder Text gesendet wird. Bei einer Pegeländerung um ± 0,9 Neper steigt die Verzerrung dafür nicht über 25 %. (Electr. Communic. Bd. 10, S. 184.) *st.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Messung kleiner Kapazitäten. — Eines der üblichen Verfahren zur Messung von Kapazitäten besteht darin, den Kondensator mit einem Kommutator abwechselnd zu laden und zu entladen und den Mittelwert des Stromes galvanometrisch zu messen. Bei Kapazitäten unter 100 μμF wird die Eigenkapazität des Kommutators und der Zuleitungen zu groß. Daher lädt H. M. Barlow den Kon-

Digitized by Google

densator mit einer Wechselspannung von 800 Hz durch zwei Gleichrichterröhren abwechselnd im entgegengesetzten Sinne auf. Der Meßkreis ist in zwei Zweige zerlegt, die von den beiden Halbperioden des Stromes durchflossen werden. Die angelegte Scheitelspannung wird gemessen, indem der eine Zweig abgeschaltet wird. Der Kondensator erhält dann eine konstante Spannung, die durch eine Akkumulatorenbatterie kompensiert wird. (H. M. Barlow, Philos. Mag. Bd. 11, S. 184.) *Br.*

Koerzitivkraft und mechanische Härte. — Vielfach zeigen Koerzitivkraft und mechanische Härte einen ausgesprochenen Parallelismus, wie bei der Verfestigung und bei der Stahlhärtung. Die Frage, ob zwischen diesen Größen ein allgemeiner Zusammenhang besteht, untersuchen A. Kußmann und B. Scharnow. Sie messen für verschiedene Legierungen (Fe-Al, Fe-Cr, Ni-Cu, Ni-Fe) Härte und Koerzitivkraft bei verschiedenem Prozentgehalt. In diesen Fällen fester Lösungen erfahren mit der Änderung des Raumgitters Härte, spezifischer Widerstand usw. eine Steigerung; dagegen ändert sich die Koerzitivkraft gegenüber dem reinen Metall nur unwesentlich. Umgekehrt weist in heterogenen Gemischen (Fe-Cu, Fe-Ni-Cu, Co-Cu), in denen Härte, spezifischer Widerstand usw. ein Additivitätsgesetz befolgen, die Koerzitivkraft bei gleichbleibender Zusammensetzung des Ferromagnetikums unabhängig von dem Härteverlauf eine beträchtliche Steigerung auf. Es ist damit gezeigt, daß kein direkter Zusammenhang zwischen der Koerzitivkraft und der Legierungshärte besteht; die Einwirkung auf die Koerzitivkraft bei anderen Härtungsvorgängen ist also als eine indirekte anzusehen. Als Ursache der Koerzitivkraft von heterogenen Gemischen sehen die Verfasser die Beanspruchung des magnetischen Materials durch dauernde Eigenspannungen an, die aus den verschiedenen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Bestandteile folgen. (A. Kußmann u. B. Scharnow, Z. Physik Bd. 54, S. 1.) *Br.*

Werkstatt und Baustoffe.

Untersuchung und Prüfung der Schweißnaht[1]. — Für die Untersuchung von Schweißverbindungen kommen sämtliche Prüfmethoden in Anwendung, die auch sonst für die Metalluntersuchung benutzt werden. Man teile sie ein in Verfahren ohne und in andere mit Zerstörung des Werkstoffes bzw. der Schweißnaht. Bei den chemischen Prüfungen sind zu nennen die Analyse und die metallographische Untersuchung sowohl in der Makro- als auch in der Mikroaufnahme. Zu den mechanischen Prüfverfahren gehören der Zugversuch, die Kerbschlagprobe, die Härteprüfung und der Biegeversuch. Hierher gehört auch der Freibiegeversuch, dem in allerjüngster Zeit das größte Interesse entgegengebracht wird. Unter die technologischen Prüfverfahren fallen die Warmbiegeprobe, die Schmiedeprobe, die Dichtigkeitsprüfung bzw. Festigkeitsprüfung ganzer Konstruktionen. Die dynamischen Prüfverfahren haben in jüngster Zeit große Bedeutung erlangt. Man zählt hierzu den Dauerschwingungsversuch, den Dauerbiegeversuch, den Zerreißversuch mit zusätzlichem Lastwechsel, den Dauerwechselversuch mit Schwungbrücke und die hydraulische Lastwechselprüfung.

Die bisher genannten Prüfverfahren erfordern eine Zerstörung des Werkstückes. Die zerstörungsfreien Prüfverfahren gehören in die Gruppe der physikalischen Methode. Hier sind zu nennen die akustische Untersuchung, das Eisenfeilspäne-Verfahren, die magnet-elektrische Streufeldprüfung, die Röntgenuntersuchung, die Spannungsmessungen, die Schmucklersche Anfräsprüfung, die spezifische Gewichtsbestimmung, die Korrosionsprobe und die Wärmeausdehnungsmessung.

Die große Zahl der aufgezählten Prüfverfahren zeigt, daß man der Schweißnaht die allergrößte Wichtigkeit beimißt und daß die mit Hilfe dieser Verfahren erworbenen Kenntnisse die Möglichkeit schaffen, die Ausführung der Schweißkonstruktion immer zuverlässiger zu überwachen und die Güte entsprechend zu steigern. *of*

Röntgenprüfung von Eisen und Stahl[2]. — Die Prüfung von Schweißverbindungen mit Röntgenstrahlen hat in letzter Zeit die allgemeine Aufmerksamkeit in stärkstem Maße auf sich gezogen. Dank der großen Anstrengungen von Physik und Elektrotechnik verfügen wir heute nicht allein über ausgezeichnete Verfahren, sondern auch über Geräte, die die Durchführung dieser Verfahren unter schwierigsten betriebsmäßigen Verhältnissen gewährleisten.

Die Durchstrahlung von Werkstücken ist heute in ihren physikalischen Grundlagen geklärt. Ihre Eignung für den Nachweis der Fehler in Schweißverbindungen kann durch eindrucksvolle Beispiele belegt werden. Der Praktiker wird danach unschwer beurteilen können, wo unter den besonderen Verhältnissen seines Betriebes ein Einsatz der Röntgenprüfung von Nutzen sein könnte.

In den letzten Jahren sind Verfahren auf kristallstruktureller Grundlage entwickelt worden, Werkstücke auf innere mechanische Spannung und auf ihren Kristallzustand, insbesondere auf Kaltbearbeitungseffekte hin zu prüfen. Die große technische Bedeutung dieser Verfahren bedarf angesichts des großen Einflusses von Spannungen und Kaltbearbeitungen auf die Eigenschaften keiner näheren Begründung; sie haben sich schon jetzt vielfach als nützlich erwiesen.

Es erscheint jedoch notwendig, darauf hinzuweisen, daß die praktische Werkstoffprüfung nicht so sehr eine physikalische als vielmehr eine werkstoffkundliche Aufgabe ist. Der Betriebsmann wird mit der Feststellung, daß seine Werkstücke bei der Untersuchung mit Röntgenstrahlen Fehlstellen aufweisen, nicht viel anzufangen wissen. Er wird vielmehr sofort fragen, ob und in welchem Ausmaße diese Fehler das Verhalten unter betriebsmäßigen Bedingungen beeinflussen. Hierüber wissen wir heute noch sehr wenig, weil die grundlegenden Beziehungen zwischen dem Aussehen eines Werkstückes im Röntgenbilde und seinem Verhalten noch keineswegs ausreichend geklärt sind. Der Röntgenprüfer wird daher oft vor unlösbaren Schwierigkeiten stehen, wenn von ihm gefordert wird, auf Grund seiner Befunde eine verantwortliche Entscheidung darüber zu fällen, ob lebenswichtige Bauteile betriebsfähig sind oder nicht.

Ein Ausweg aus diesen Schwierigkeiten wird nur dann gefunden werden können, wenn sich Forschung und Betrieb zu enger Gemeinschaftsarbeit zusammenfinden. Es steht zu hoffen, daß sich die Praxis in Zukunft sehr viel mehr als bisher der ihr durch die Röntgenprüfung gegebenen Möglichkeiten bedient und so in nicht allzu langer Zeit derjenige Bestand an Erfahrungen gesammelt werden kann, der für den weiteren Ausbau der technischen Röntgenprüfung nötig ist. *of*

[1] Vortrag von Dipl.-Ing. E. Kalisch, Duisburg, auf der Tagung für Elektroschweißung in Essen am 22. VII. 1933.

[2] Vortrag Prof. Dr. F. Wever, Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf, auf der Tagung für Elektroschweißung in Essen am 22. VII. 1933.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Wiederholung der Amerika-Reise[1] **des Leipziger Meßamts.** — Für die zweite Septemberhälfte hat das Leipziger Meßamt, veranlaßt durch die rege Beteiligung deutscher Industrieller an der ersten Fahrt im Juni, eine Wiederholung der Reise zur Weltausstellung in Chicago vorgesehen. Interessenten können sich bereits heute zwecks Zusendung der Prospekte an das Leipziger Meßamt, Leipzig C 1, Markt 4, wenden.

***Funkausstellung Kopenhagen 1933.** — In der Zeit vom 25. VIII. bis 3. IX. 1933 soll im Kopenhagener Ausstellungsgebäude „Forum" eine Radio-Ausstellung stattfinden, die unter dem Protektorat des Ministerpräsidenten Stauning stehen wird. Wegen der bestehenden schwierigen Einfuhrverhältnisse rechnet man mit einer vorwiegend dänischen Beteiligung an der Veranstaltung.

Deutschland auf der Messe der Levante in Bari vom 6. bis 21. IX. 1933. — Auf der jungen Levante-Messe in Bari, die unter starker Förderung des italienischen Exportförderungs-Institutes sich in den wenigen Jahren ihres Bestehens eine bemerkenswerte Bedeutung in Süditalien und dem Nahen Orient zu verschaffen gewußt hat, wird in diesem Jahre unter Förderung der Reichsregierung eine allgemeine Auskunfts- und Beratungstelle eröffnet werden, deren Vorbereitung und Durchführung im Interesse der deutschen Wirtschaft in der Hand des Deutschen Ausstellungs- und Messe-Amtes liegt. Dadurch wird zugleich die Möglichkeit einer zentralen Zusammenfassung der zahlreichen deutschen Aussteller auf der Messe geboten, wie auch die Möglichkeit der Beratung aller Interessenten, die sich nach Herstellern deutscher Erzeugnisse erkundigen. Deutschen Firmen, sowohl denen, die auf der betreffenden Messe ausstellen, wie vor allem denen, die auf der betreffenden Messe nicht ausstellen, wird Gelegenheit gegeben, durch Auslage von

[1] ETZ 1933, S. 532.

* Nach Mitteilung des Deutschen Ausstellungs- und Messe-Amts.

Digitized by Google

Prospekten und Katalogen und durch Einordnung dieser Unterlagen in das Material der Daumadienststellen mit ausländischen Interessenten Verbindungen anzuknüpfen. Dazu tritt die Beratung in allgemeinen Verkehrs- und Wirtschaftsfragen (Reise-, Fracht-, Zoll-, Devisenfragen u. a.).

Firmen, die für ihre Zwecke die Dienste der Auskunftstelle in Anspruch nehmen wollen, wenden sich unverzüglich an seine Geschäftstelle, Berlin W 35, Königin-Augustastraße 28, unter Angabe etwaiger besonderer Wünsche hinsichtlich einer Eingliederung in die Katalogsammlung und ihrer Mitarbeit an dem Werbeheft.

AUS LETZTER ZEIT.

Deutsches Institut für Nationalsozialistische Technische Arbeitsforschung und -schulung (DINTA). — Das DINTA ist auf Grund einer Anordnung des Führers der Deutschen Arbeitsfront vom 26. VII. d. J. in die Deutsche Arbeitsfront eingegliedert worden. Das Institut arbeitet im Sinne des Nationalsozialismus und unterliegt grundsätzlich der Oberaufsicht der Partei als der Hüterin der nationalsozialistischen Welt. Das DINTA hat sich die Aufgabe gestellt, unter dem Hauptgesichtspunkt der Erziehung des Menschen zur Gemeinschaft eine Neuformung der deutschen Wirtschaft vom Menschen her zu erreichen. Es will die Arbeit neu beseelen, einen neuen Arbeitertyp schaffen, der in weltanschaulicher, geistig und körperlich handwerklicher Beziehung geschult wird, und der darüber hinaus Träger eines neuen Berufsstolzes, einer neuen Auffassung von der Wirtschaft als volksdienendem Organismus werden soll. Anderseits hat das Institut darüber zu wachen, daß die Methoden einer deutschen Betriebs- und Wirtschaftsführung zum Gemeingut der deutschen Wirtschaft werden. Leiter des DINTA ist Ing. Arnhold, Düsseldorf.

Auch die VEW schalten sich in das Arbeitsbeschaffungsprogramm ein. — Es sind zahlreiche größere Erweiterungen der Verteilungsanlagen der Vereinigten Elektrizitätswerke Westfalen für Elektrizität und in bescheidenem Maße auch der Erzeugungsanlagen geplant. Teils soll der Bau neuer Ortsnetze in den ländlichen Bezirken des Münsterlandes und Sauerlandes in Angriff genommen und durch Bereitstellung elektrischer Energie dem schaffenden Landwirt geholfen werden; teils soll die Leistungsfähigkeit bestehender Niederspannungsnetze durch Umschaltung auf höhere Spannung oder durch Verstärkung der Leitungen erhöht werden, damit dem stetig steigenden Bedarf an Elektrowärme voll entsprochen werden kann. Die Einführung der Elektrowärme in Haushalt und Werkstatt marschiert; die Stromabgabe für Koch- und Heizzwecke sowie für Glühöfen, Schweißmaschinen u. dgl. macht erfreuliche Fortschritte. Neue Verbindungsleitungen in den Hochspannungsnetzen sowie zusätzliche grundlegende Überholungsarbeiten in den Leitungs- und Schaltanlagen werden die Zuverlässigkeit der Elektrizitätsversorgung noch erhöhen.

In der Erwartung, daß die Reichsregierung auf Grund des Gesetzes zur Verminderung der Arbeitslosigkeit bei der Finanzierung durch Gewährung von Darlehen aus Mitteln der Deutschen Gesellschaft für öffentliche Arbeiten AG. helfen wird, haben die VEW ein Ausbauprogramm in Höhe von über sechs Mill RM aufgestellt. Diese Arbeiten, welche sich auf viele Gemeinden der Provinz Westfalen verteilen, sollen im allgemeinen vergeben und durch private Unternehmer ausgeführt werden. Die VEW haben jedoch auch selbst Einstellungen von früheren Werksangehörigen und alten Kämpfern der Bewegung vorgenommen. Das jetzige Bauvorhaben der VEW wird durch den Anschluß neuer Abnehmer weiterhin auch auf das freie Handwerk und insbesondere das Installateurgewerbe befruchtend wirken. So wird auch hier der Großangriff gegen die Arbeitslosigkeit mit Energie vorgetragen.

Fahrpreisermäßigungen für Besucher der „Jubiläums-Funkausstellung Berlin 1933". — Die Fahrpreisermäßigungen bei Gesellschaftsfahrten betragen bei einer Mindestteilnahme von 12 Personen jetzt 33⅓ % (früher 25 %), bei mindestens 51 Personen 40 % (früher 33⅓ %). Auch für Gesellschaftsonderzüge ist die Fahrpreisermäßigung größer geworden. Sie beträgt bei mindestens 300 Personen (3. Kl.) 50 % statt früher 40 %, bei der doppelten Anzahl Teilnehmer 60 % statt früher 50 %.

Neueinstellungen im Siemens-Konzern. — Die Siemens-Firmen sowie die von diesen kontrollierten Gesellschaften haben in der Zeit vom 1. III. bis Ende Juni d. J. die Belegschaft ihrer in Deutschland gelegenen Betriebe um 2100 Personen erhöhen können, wovon auf den Monat Juni rd. 1000 Personen entfallen.

Arbeitereinstellungen bei den Elektrowerken. — Die Elektrowerke AG., Berlin, hat in den letzten Wochen auf ihrem Werk in Golpa-Zschornewitz annähernd 600 Arbeiter und Angestellte neu eingestellt. Davon auf Grube Golpa 410, im Kraftwerk Zschornewitz 150; der Rest entfällt auf verschiedene kleinere Anlagen.

Eisenbahnelektrisierung in Frankreich. — Die Elektrisierung der Eisenbahnstrecke von Orléans nach Tours ist lt. I. u. H. jetzt fertiggestellt worden. Am 19. VII. hat der erste elektrische Zug den Austerlitz-Bahnhof in Paris verlassen und erreichte Tours in 2 h. Die mittlere Geschwindigkeit betrug 115 km/h, auf gerader Strecke wurden 145 km erreicht, in leichten Kurven 120 km. Nach den Ausführungen des Präsidenten des Verwaltungsrates der Eisenbahngesellschaft bei der Einweihung werden in Kürze drei weitere Strecken von Paris aus elektrisch betrieben werden, u. zw. die Strecken Paris—Nantes, Paris—Bordeaux und Paris—Montauban. Die beiden letztgenannten Linien sollen durch das Schienennetz der Midi bis an die spanische Grenze verlängert werden.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Bekanntmachung.

Betreff: Rückblick auf die wichtigsten Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrotechnik im Jahre 1932.

Auf Seite 434 der ETZ 1933 sind unter III, Absatz 2, Angaben über Untersuchungen über die Störwirkung gittergesteuerter Gleichrichter gemacht, die in ihrer für den Abdruck in der ETZ notwendigen kurzen Fassung zu Mißverständnissen Anlaß gegeben haben. Es wird deshalb ausdrücklich hervorgehoben, daß ein abschließendes Urteil über diese Frage noch nicht möglich ist. Die Versuche werden, wie schon angegeben, fortgesetzt, da die bisher vorliegenden Ergebnisse zu weiterreichenden Schlußfolgerungen nicht genügen.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

AEF

Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen.

Geschäftsstelle: Elektrotechnischer Verein, Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33II. Fernsprecher: Amt Wilhelm, C 4, 8885/86.

(Fortsetzung von S. 785.)

Noch nicht endgültig

Entwurf 50. Elektrische Eigenschaften gestreckter Leiter[1].

I.

Begriffs- und Zeichenerklärung.

Mehrleitersystem. Jede Parallelführung von mindestens zwei langgestreckten elektrischen Leitern, wie sie z. B. bei Drehstromleitungen oder Fernsprechkabeln oder -freileitungen vorliegt, wird als Mehrleitersystem [MLS] bezeichnet. Einer der Leiter kann als Hülle andere Leiter umgeben, z. B. als Kabelmantel oder elektrischer Schirm von Leitungen in einem Kabel. Die Erde kann ebenfalls einer der Leiter des MLS sein.

Schleife. Zwei beliebige Leiter eines MLS, von denen der eine die Hinleitung, der andere die Rückleitung eines Stromkreises bildet, stellen eine Schleife dar.

[1] Bearbeitet von K. Küpfmüller, H. Buchholz, H. Dießelhorst, F. Emde, F. Kesselring, E. Orlich, K. W. Wagner, A. Zastrow.

Digitized by Google

Belag. Mit Belag wird jede auf die Längeneinheit des MLS bezogene Größe bezeichnet, die eine Eigenschaft kleinster Längenabschnitte darstellt, z. B.

Kapazitätsbelag = Kapazität je Längeneinheit.

Für die Bezeichnungen und Formelzeichen gilt die Formelzeichenliste des AEF, insbesondere die Sonderliste der Formelzeichen für elektrische Leitungen (Entw. 46). Für die Beläge können als Ausweichzeichen gegen die Gesamtwerte der betreffenden Größen die Formelzeichen mit einem Strich (Apostroph) oder einer Kennziffer versehen werden, z. B.

L' oder L_1 oder L = Induktionsbelag,
R' oder R_1 oder R = Widerstandsbelag,
C' oder C_1 oder C = Kapazitätsbelag,
G' oder G_1 oder G = Ableitungsbelag.

II.

Definition der Größen eines MLS.

Bei der Definition der Grundeigenschaften des MLS wird angenommen, daß die elektrischen und magnetischen Feldlinien in Ebenen senkrecht zur Längserstreckung des MLS verlaufen; es werden also die zu den Leitungen parallele Komponente des Verschiebungstromes im Nichtleiter und ihre magnetischen Wirkungen vernachlässigt. Ferner wird angenommen, daß die Stromlinien in den Leitern parallel zur Achse verlaufen; es wird die infolge des Austrittes des Verschiebungstromes aus dem Leiter entstehende Radialkomponente des Stromes im Leiter vernachlässigt. Beide Vernachlässigungen sind im allgemeinen bei Frequenzen unterhalb etwa 10^8 Hz erlaubt.

Unter dieser Voraussetzung lassen sich aus den Feldvektoren Spannung u und Strom i ableiten.

Als Spannung u zwischen zwei Leitern des MLS gilt das Linienintegral der elektrischen Feldstärke $\mathfrak{E}$ zwischen zwei in derselben Normalebene des MLS liegenden Punkten p und q der Leiteroberflächen:

$$u_{pq} = \int_p^q \mathfrak{E}\,\mathrm{d}\mathfrak{r}. \tag{1}$$

Der Strom i eines Leiters des MLS ist gleich dem Flächenintegral der Stromdichte $\mathfrak{G}$ über den Leiterquerschnitt F:

$$i = \int_F \mathfrak{G}\,\mathrm{d}\mathfrak{F}. \tag{2}$$

A. Kapazität.

a) Teilkapazität. — Zur Definition der Teilkapazitäten des MLS betrachtet man einen kurzen Abschnitt zwischen zwei Normalebenen. Die Länge s dieses Abschnittes soll einerseits so kurz sein, daß die Spannungen am Ende praktisch gleich den Spannungen am Anfang des Abschnittes sind, anderseits sollen sie groß gegen den Abstand der Leiter sein. Die Teilkapazität zwischen zwei Leitern p und q wird dann definiert aus dem Verhältnis der Blindkomponente I_b des von dem Leiter p zum Leiter q übergehenden Stromes, wenn zwischen diesen Leitern eine sinusförmige Wechselspannung U besteht. Es ist der Belag der Teilkapazität

$$K_{pq} = \frac{I_b}{\omega s U}, \tag{3}$$

wobei ω die Kreisfrequenz bezeichnet. Die durch diese Definition gegebene Meßvorschrift ist grundsätzlich durch Abb. 1 erläutert. Es wird zwischen die Leiter p und q eine Wechselstromquelle gelegt, die die Spannung U liefert. Die anderen Leiter werden an den einen Pol dieser Stromquelle angeschlossen. Alle Leiter bleiben am anderen Ende offen. Gemessen wird die Blindkomponente I_b des von dem gemeinsamen Anschlußpol der Stromquelle in den einen der beiden Leiter fließenden Stromes I.

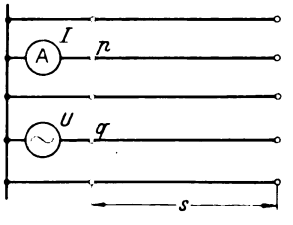


Abb. 1.

Die Teilkapazitätsbeläge sind durch die geometrische Anordnung der Leiter und die dielektrischen Eigenschaften des Nichtleiters bestimmt; es ist allgemein

$$K_{pq} = K_{qp}. \tag{4}$$

Die Teilkapazität zwischen einem Leiter und der Erde oder einer Hülle nennt man auch Erdkapazität oder Hüllenkapazität.

Die Definition (3) der Teilkapazität gilt auch für MLS mit unvollkommenem Dielektrikum. Es hängen dann die Teilkapazitätswerte von der Frequenz ab. Bei verlustfreiem Dielektrikum sind die Teilkapazitäten unabhängig von der Frequenz, und es gilt für den von einem beliebigen Leiter p in dem Abschnitt s austretenden Verschiebungsstrom

$$i_p = K_{p1} s \frac{\mathrm{d}(\varphi_p - \varphi_1)}{\mathrm{d}t} + K_{p2} s \frac{\mathrm{d}(\varphi_p - \varphi_2)}{\mathrm{d}t} + K_{p3} s \frac{\mathrm{d}(\varphi_p - \varphi_3)}{\mathrm{d}t} + \dots, \tag{5}$$

wenn mit $\varphi_1, \varphi_2, \cdots, \varphi_p, \cdots$ die Potentiale der einzelnen Leiter (Spannungen gegen einen willkürlichen Bezugspunkt) bezeichnet werden.

b) Betriebskapazität. — Die Betriebskapazität wird allgemein aus dem Verhältnis des Blindstromes I_b in einem Leiter des MLS von der kurzen Länge s zu einer diesen Strom verursachenden Spannung U definiert durch die Beziehung

$$C = \frac{I_b}{\omega U}, \tag{6}$$

wobei die anderen Leiter in einer bestimmten durch die Betriebsverhältnisse bedingten Weise miteinander und mit der Stromquelle verbunden sind. Der Betriebskapazitätsbelag ergibt sich durch Division mit s. Sonderfälle bilden die Betriebskapazität der Einphasenleitung oder der Doppelleitung, bei der U die Spannung zwischen den beiden Leitern bezeichnet, in denen der Strom I_b fließt, ferner die Betriebskapazität einer Drehstromleitung, bei der I_b den Blindstrom in einem der drei am Ende offenen Außenleiter, U die Phasenspannung bezeichnen. Die Betriebskapazität läßt sich immer durch die Teilkapazitäten ausdrücken.

B. Ableitung.

a) Teilableitung. — Die Teilableitungen zwischen zwei Leitern eines MLS werden mit der in Abb. 1 dargestellten Meßanordnung definiert. Bezeichnet I_w die Wirkkomponente des Stromes I, so ist die auf die Längeneinheit bezogene Teilableitung zwischen den Leitern p und q

$$G_{pq} = \frac{I_w}{s U}; \tag{7}$$

sie hängt im allgemeinen von der Frequenz des Wechselstromes ab.

Bezeichnet man die komplexen Potentiale der Leiter mit $\underline{\varphi}_1, \underline{\varphi}_2, \dots \underline{\varphi}_p, \dots$, so gilt für den von einem beliebigen Leiter p in dem Abschnitt s austretenden Strom

$$\mathfrak{I}_p = s(G_{p1} + j\omega K_{p1})(\underline{\varphi}_p - \underline{\varphi}_1) + s(G_{p2} + j\omega K_{p2})(\underline{\varphi}_p - \underline{\varphi}_2) + \dots \tag{8}$$

b) Betriebsableitung. — Die Betriebsableitung wird entsprechend der Betriebskapazität definiert, wobei an Stelle des Blindstromes der Wirkstrom I_w einzusetzen ist:

$$G = \frac{I_w}{U}. \tag{9}$$

C. Induktivität.

a) Schleifeninduktivität. — Die Schleifeninduktivität wird ebenfalls an einem kurzen Abschnitt von der Länge s des MLS definiert. Sie bezieht sich immer auf eine aus zwei Leitern p und q gebildete Schleife. Fließt durch die Schleife ein sinusförmiger Wechselstrom I und ist U_b die Blindkomponente der Spannung am Anfang der am Ende kurzgeschlossenen Schleife, während alle anderen Leiter offen sind, so ist der Induktionsbelag der Schleife

$$L_{pq} = \frac{U_b}{\omega s I}. \tag{10}$$

Die durch diese Definition gegebene Meßvorschrift ist grundsätzlich durch Abb. 2 veranschaulicht. Der Leitungsabschnitt muß hier so kurz sein, daß die Stromstärke am Ende der Schleife noch praktisch gleich der am Anfang ist, und er muß lang sein gegen den Leiterabstand der Schleife.

Die Definition (10) gilt auch, wenn im magnetischen Feld Energieumsetzungen auftreten (z. B. durch Wirbelstrombildung in anderen Leitern); es hängt dann die Induktivität von der Frequenz des Wechselstromes ab.

Wenn die magnetische Rückwirkung vernachlässigt werden kann, so ist die Induktivität eine von der Frequenz unabhängige Konstante, und es gilt für die in der

Digitized by Google

Schleife entstehende elektromotorische Kraft der Selbstinduktion

$$e = -s L_{pq} \frac{di}{dt}, \tag{11}$$

wenn mit i der Augenblickswert des Stromes bezeichnet wird.

b) Betriebsinduktivität. — Die Betriebsinduktivität wird aus dem Verhältnis einer Blindspannung U_b zu einem Leiterstrom I definiert, wobei die Leiter des MLS in einer bestimmten, durch die Betriebsverhältnisse bedingten Weise miteinander und mit der Stromquelle verbunden sind. Es ist der Belag der Betriebsinduktivität

$$L = \frac{U_b}{\omega s I}. \tag{12}$$

Bei einer Drehstromleitung bedeutet z. B. I den Strom in einem Außenleiter, U_b die Blindkomponente der Phasenspannung, und es sind bei der Messung von L alle Leiter am Ende des kurzen Abschnittes von der Länge s kurzzuschließen und am Anfang mit dem Drehstromgenerator zu verbinden.

c) Gegeninduktivität. — Die Gegeninduktivität bezieht sich auf zwei aus je zwei Leitern des MLS gebildeten Schleifen. Fließt in der einen Schleife pq des MLS von der Länge s ein sinusförmiger Wechselstrom I, und bezeichnet U_b die Blindkomponente der in der zweiten Schleife rs entstehenden Spannung, so ist der Gegeninduktionsbelag:

$$M_{pq,rs} = \frac{U_b}{\omega s I} \tag{13}$$

Zwei Leiter der beiden Schleifen können dabei zusammenfallen.

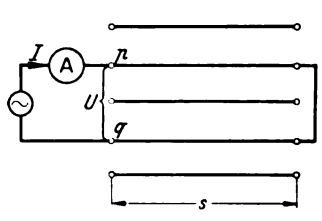


Abb. 2.

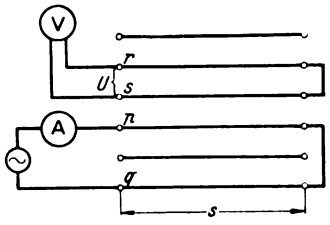


Abb. 3.

Auf Grund dieser Definition kann die Gegeninduktivität durch die in Abb. 3 dargestellte Anordnung gemessen werden. Die beiden Schleifen werden am Ende kurzgeschlossen, die anderen Leiter bleiben offen. In der Schleife pq fließt der Wechselstrom I, U_b ist die Blindkomponente der Spannung U an der Schleife rs.

Wegen der Wirbelströme hängt die Gegeninduktivität im allgemeinen von der Frequenz ab. Kann die magnetische Rückwirkung vernachlässigt werden, so ist die Gegeninduktivität eine Konstante, und es gilt für die in der Schleife rs induzierte elektromotorische Kraft

$$e = -M_{pq,rs} s \frac{di}{dt}, \tag{14}$$

wenn mit i der Augenblickswert des Stromes in der Schleife pq bezeichnet wird. Befinden sich im magnetischen Feld keine ferromagnetischen Stoffe, so gilt

$$M_{pq,rs} = M_{rs,pq}. \tag{15}$$

D. Widerstand.

a) Eigenwiderstand. — Der Eigenwiderstandsbelag oder kurz Widerstandsbelag wird allgemein aus der gleichen Meßmethode der Abb. 2 definiert wie der Induktionsbelag, wobei an die Stelle der Blindspannung die Wirkspannung U_w tritt. Es ist

$$R_{pq} = \frac{U_w}{s I}. \tag{16}$$

b) Gegenwiderstand. — An Stelle des Gegeninduktionsbelages erhält man nach Abb. 3 den Gegenwiderstandsbelag, wenn man an Stelle der Blindspannung die Wirkspannung U_w einführt:

$$R_{pq,rs} = \frac{U_w}{s I}. \tag{17}$$

E. Kopplung.

a) Elektrischer Kopplungsleitwert. — Der elektrische Kopplungsleitwert zwischen zwei Schleifen eines MLS wird definiert durch das Verhältnis des in der einseitig kurzgeschlossenen Schleife eines kurzen Abschnittes des MLS entstehenden Stromes $\mathfrak{I}$ zur Spannung $\mathfrak{U}$ an der offenen zweiten Schleife, Abb. 4, wobei die anderen Leiter offen sind.

Es ist der Belag des elektrischen Kopplungsleitwertes

$$\mathfrak{K} = \frac{\mathfrak{I}}{s \mathfrak{U}}. \tag{18}$$

Der elektrische Kopplungsleitwert ist im allgemeinen eine komplexe Größe; er wird durch die Teilkapazitäten und die Teilableitungen bestimmt. Aus dem imaginären Bestandteil wird die Kopplungskapazität definiert durch die Beziehung

$$k = \frac{1}{\omega} \mathfrak{Im} \{\mathfrak{K}\}. \tag{19}$$

Der reelle Teil stellt die Kopplungsableitung dar.

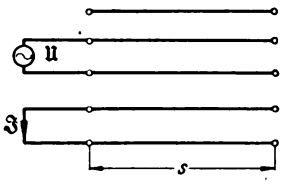


Abb. 4.

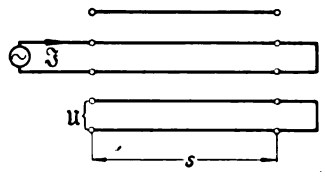


Abb. 5.

b) Magnetischer Kopplungswiderstand. — Der magnetische Kopplungswiderstand zwischen zwei Schleifen wird definiert durch das Verhältnis der in der einseitig kurzgeschlossenen Schleife eines kurzen Abschnittes des MLS entstehenden Spannung $\mathfrak{U}$ zu dem Strom $\mathfrak{I}$ in der kurzgeschlossenen zweiten Schleife, Abb. 5, wobei die anderen Leiter offen sind.

Es ist der Belag des magnetischen Kopplungswiderstandes

$$\mathfrak{M} = \frac{\mathfrak{U}}{s \mathfrak{I}} \tag{20}$$

Der magnetische Kopplungswiderstand ist ebenfalls im allgemeinen komplex; sein reeller Teil bildet den Gegenwiderstand, aus dem imaginären ergibt sich durch Division mit ω die Gegeninduktivität oder die induktive Kopplung.

Erläuterungen.

Die Definition der elektrischen Eigenschaften von Mehrleitersystemen ist bereits früher von einem Unterausschuß des Elektrotechnischen Vereins bearbeitet worden. Die von diesem Unterausschuß gemachten Vorschläge finden sich in der ETZ 1909, S. 1155 und 1184. Der Elektrotechnische Verein hat sie in einer Sitzung am 26. IV. 1910 angenommen. Die Vorgeschichte dieses Entwurfs ist in einem Bericht von H. Dießelhorst in der Festschrift des Elektrotechnischen Vereins[1]), Berlin 1929, S. 72 beschrieben. Der Wunsch, die damaligen Vorschläge unter Berücksichtigung der in der Zwischenzeit gewonnenen Erfahrungen nach der praktischen Seite hin zu erweitern, führte dazu, daß die Aufgabe erneut einem Unterausschuß des AEF übertragen wurde. In dem vorliegenden Entwurf dieses Unterausschusses wird von vornherein die nur in einem Idealfall geltende Voraussetzung fallen gelassen, daß Kapazität, Induktivität und Widerstand der Leitungen Konstanten seien. Es werden daher die Leitungseigenschaften aus Wechselstrommessungen definiert, wie dies in der Praxis schon seit längerer Zeit üblich ist. Die so definierten Größen sind dann im allgemeinen von der Frequenz abhängig. Gegenüber den alten Vorschlägen wurde noch die Definition des elektrischen Kopplungsleitwertes und des magnetischen Kopplungswiderstandes neu aufgenommen; ihre Form entspricht ebenfalls dem praktischen Gebrauch dieser Größen, wenigstens soweit sie in der Praxis bereits verwendet werden.

Als Kennzeichen der auf die Längeneinheit bezogenen Größen wird in dem Entwurf die Bezeichnung „Belag" benutzt. Der Unterausschuß war sich darüber klar, daß sich die Anwendung des Wortes „Belag" in diesem Sinn nicht ganz mit dem bisherigen Sprachgebrauch deckt; es wurde jedoch allgemein als notwendig empfunden, an Stelle der langen bisher gebräuchlichen Ausdrücke, wie z. B. „Kapazität je Längeneinheit", kurze Bezeichnungen einzuführen. Von den verschiedenen Vorschlägen, wie z. B. „Kapazitätsdichte" oder „bezogene Kapazität", erschien die gewählte Bezeichnung als die praktisch geeignetste; sie ist auch zum Teil bereits in die Literatur eingegangen.

[1]) Zu erhalten durch die Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33.

Digitized by Google

Zu dem Abschnitt „Kopplung" ist noch zu bemerken, daß die vielfach verwendete Bezeichnung „kapazitive Kopplung" durch die sprachlich richtigere „Kopplungskapazität" ersetzt worden ist.

Noch nicht endgültig

Entwurf 51. Bezeichnungen der dielektrischen Verluste[1].

Zur Kennzeichnung der dielektrischen Verluste eines Kondensators oder eines als Kondensator zu betrachtenden Gegenstandes dient die Verlustzahl p, d. i. das Verhältnis der von dem Kondensator aufgenommenen Leistung zur Scheinleistung.

Die Verlustzahl wird zweckmäßig in Tausendsteln angegeben.

Erläuterungen.

Der Hauptgrund für die Einführung einer einheitlichen Kennzeichnung der dielektrischen Verluste liegt in der außerordentlichen Bedeutung, welche die dielektrischen Verluste als eine Bewertungsgrundlage für Kondensatoren und Isolierstoffe erlangt haben.

Bis jetzt sind hauptsächlich folgende beiden Kennzeichnungen für dielektrische Verluste im Gebrauch:

1. Der dielektrische Verlustfaktor tg δ. Er ist gleich dem Verhältnis der von einem Kondensator aufgenommenen Leistung zur Blindleistung und ergibt sich unmittelbar bei der Messung mit gewissen Wechselstrom-Brükkenanordnungen.
2. Der Leistungsfaktor cos φ. Er gibt das Verhältnis der von einem Kondensator aufgenommenen Leistung zur Scheinleistung an und kann bei der wattmetrischen Bestimmung dielektrischer Verluste unmittelbar erhalten werden.

Zwischen den beiden Größen gelten, da die Winkel φ und δ — vom Vorzeichen abgesehen — komplementär sind, also

$$90° - |\varphi| = \delta$$

ist, die Beziehungen

$$\cos\varphi = \frac{\operatorname{tg}\delta}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\delta}} \quad \text{und} \quad \operatorname{tg}\delta = \frac{\cos\varphi}{\sqrt{1-\cos^2\varphi}}.$$

Von einer gewissen Grenze an, etwa für $\delta < 6°$ oder in Bogenmaß $\delta < 0{,}1$ bzw. $\varphi > 84°$ sind praktisch Verlustfaktor und Leistungsfaktor numerisch gleich, es ist dann

$$\delta \approx \operatorname{tg}\delta \approx \cos\varphi.$$

Für größere Werte von δ bzw. kleinere von φ muß von einer Größe zur anderen umgerechnet werden.

Der praktisch wichtige Bereich der durch dielektrische Verluste bedingten Leistungsfaktoren ist sehr groß. Für Meßzwecke braucht man verlustfreie Normal-Luftkondensatoren und verlustarme Präzisions-Glimmerkondensatoren, bei denen die Leistungsfaktoren in der Größenordnung 10^{-4} und darunter liegen. Die Kondensatoren zur Phasenverbesserung und ebenso die Kabel haben im allgemeinen Leistungsfaktoren zwischen 10^{-3} und 10^{-2}; bei manchen Isolierstoffen, die nur kleineren Spannungsbeanspruchungen unterliegen, läßt man cos φ bis 0,1 zu, und bei Elektrolytkondensatoren kommen Leistungsfaktoren bis 0,7, also tg δ bis 1 vor. Es spielt somit auch das Gebiet eine Rolle, in dem tg δ und cos φ nicht einander gleich gesetzt werden können (und zwar nicht nur für Elektrolytkondensatoren, sondern z. B. auch für Isolierstoffe bei höheren Temperaturen).

Für die einheitliche Kennzeichnung der dielektrischen Verluste eines Kondensators oder eines als Kondensator zu betrachtenden Isolierstoffes wird man von einer der beiden genannten Größen ausgehen. Der AEF schlägt die Einführung der Verlustzahl p vor, d. i. des Verhältnisses der von dem Kondensator aufgenommenen Leistung zur Scheinleistung. Die Verlustzahl p ist numerisch gleich dem cos φ. Der Buchstabe p ist gewählt worden, einmal weil er ohne große Verwechslungsgefahr noch zur Verfügung steht, sodann aber auch, weil er als Abkürzung von „Phasenwinkel", vielleicht auch von „power factor" aufgefaßt werden kann; dieser Umstand ist für eine spätere etwaige internationale Einführung von Bedeutung. Wenn der AEF dem Leistungsfaktor cos φ als Grundlage den Vorzug vor dem dielektrischen Verlustfaktor tg δ gibt, so spricht dafür u. a. die Tatsache, daß auch die in der Kondensatorenpraxis übliche, die eigentliche Bedeutung der „Verluste" recht gut kennzeichnende Angabe von Verlusten eines Kondensators in Watt/kVA auf den cos φ hinausläuft und bei Einführung der Verlustzahl p ungeändert bleiben kann. Faßt man p als eine in Watt/kVA angebbare Größe auf, so ergibt sich zugleich einer der Gründe für die Empfehlung, die Verlustzahl in Tausendsteln auszudrücken. Hier hat sich bis jetzt noch kein einheitlicher Gebrauch herausgebildet; es wird von Verlusten manchmal in Promille, manchmal in Prozenten oder anderen Bruchteilen gesprochen. Der Vorschlag geht nunmehr dahin, stets Tausendstel anzugeben.

Einige Beispiele sollen den Gebrauch der Verlustzahl veranschaulichen.

1. Ein Kondensator habe den dielektrischen Verlustfaktor tg $\delta = 1{,}0$; dann ist cos $\varphi = 0{,}7_1$ und somit die Verlustzahl $p = 710\ ‰$ oder $710 \cdot 10^{-3}$.
2. Die Grenze, von der an tg δ und cos φ numerisch gleichgesetzt werden können, liegt bei 0,10. Ist tg δ = cos φ = 0,10, so hat man $p = 100 \cdot 10^{-3}$.
3. Ein Kondensator habe einen Verlust von 3 Watt je kVA, also 3 W/kVA. Dann ist tg δ = cos φ = 0,003 und $p = 3\ ‰$.
4. Ein Isolierstoff habe tg $\delta = 0{,}0001$, also cos $\varphi = 0{,}0001$. Dann ist die Verlustzahl $p = 0{,}1\ ‰$.

(Forts. folgt.)

[1] Bearbeitet von R. Vieweg, H. Schering, W. Estorff, F. Moench.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33.

Betr.: Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens.

Die VDE-Prüfstelle hat im Oktober 1932 bei der zuständigen Staatsanwaltschaft gegen den Geschäftsführer der Firma Perfekt-Etagenklemmen-Ges. m. b. H., Berlin, Strafantrag wegen unberechtigter Benutzung des VDE-Zeichens gestellt. Gegen die am 4. 3. 1933 erfolgte Verurteilung wegen Vergehens gegen § 14 des Warenzeichengesetzes durch das Amtsgericht Berlin-Mitte zu 400 RM Geldstrafe, hilfsweise zu 20 Tagen Gefängnis, hat der Angeklagte Berufung eingelegt. Auf diese Berufung hat in II. Instanz die 3. große Hilfsstrafkammer des Landgerichts I in der Sitzung vom 26. V. 1933 für Recht erkannt:

Die Berufung des Angeklagten wird mit der Maßgabe auf seine Kosten verworfen, daß die Geldstrafe auf zweihundert Reichsmark, im Nichtbeitreibungsfalle auf zehn Tage Gefängnis herabgesetzt wird.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

PERSÖNLICHES.

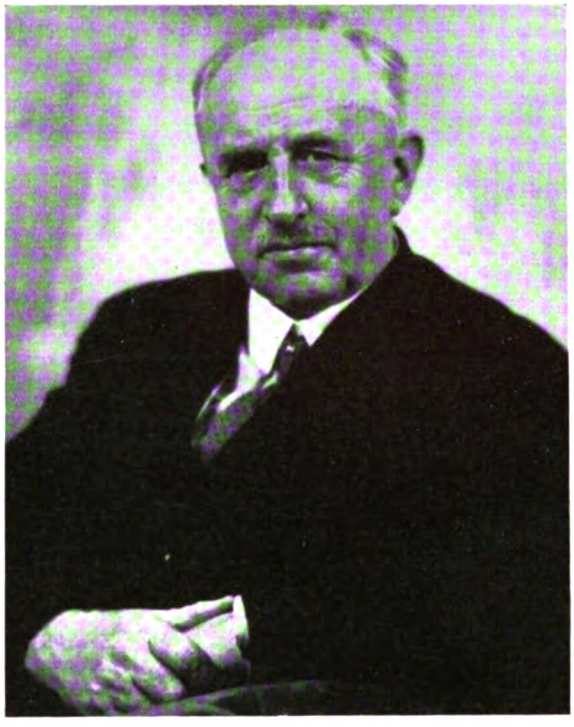
(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

H. Beckmann †.

Kurz vor seinem 60. Geburtstage verstarb in Blankenburg am Harz nach langem, schwerem Leiden Professor Dr. Hermann Beckmann. Der Verstorbene war mehr als 28 Jahre bei der Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft Berlin—Hagen i. W. tätig. Hermann Beckmann wurde am 29. VII. 1873 in Echem (Lüneburg) geboren. Nach seinem Studium an der T. H. Berlin und der Universität Berlin wurde er in Tübingen zum Doktor promoviert; er trat dann in die Dienste des Elektrizitätswerkes Linden. Mit der Akkumulatorenindustrie kam Beckmann in Berührung durch seinen Eintritt in die Akkumulatorenwerke Schulz, Witten, die im Jahre 1905 zur Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft in Hagen i. W. übergingen. Hier war er zunächst im Betriebe tätig, um dann später die Leitung des Literarischen Büros der AFA in Berlin zu übernehmen, die er bis zu seinem Tode, also über 25 Jahre lang, innehatte. Sein umfassendes Wissen und seine hervorragende Rednergabe befähigten ihn in hohem Maße zur Lehrtätigkeit. Im Jahre 1926 habilitierte er sich als Privatdozent an der T. H. Hannover für das Lehrfach elektrische Akkumulatoren. Im Jahre 1930 wurde er vom preußischen Unterrichtsministerium zum außerordentlichen Professor ernannt. Bei seinen Kollegen und Studenten gleich beliebt, war es ihm vergönnt, während seiner Lehrtätigkeit das Gebiet seiner Lebensarbeit in tiefgründiger Weise darzustellen.

Digitized by Google

Neben seinen wissenschaftlichen, pädagogischen und literarischen Fähigkeiten war es Beckmann vergönnt, sich auf erfinderischem Gebiet mit großem Erfolg zu betätigen. Besonderes Interesse hat seine Erfindung des mikroporösen Gummis erregt. Dieser neue Werkstoff hat zunächst in der Akkumulatorentechnik und darüber hinaus in verschiedenen anderen Anwendungsgebieten der Industrie und Technik aussichtsreiche Anwendungsmöglichkeiten gefunden. Große Verdienste hat sich Beckmann auch um die Geschichte der Technik und Industrie erworben. Bekannt ist seine Arbeit über die Geschichte des Akkumulators und der Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft, sowie seine zähen Forschungen über die Arbeiten Heinrich Goebels, des Erfinders der elektrischen Glühlampe, und Johann Wilhelm Ritters, des Entdeckers des elektrischen Akkumulatorenprinzips.



Hermann Beckmann †.

Neben seiner hauptberuflichen Arbeit war Beckmann stets bestrebt, Not zu lindern, wo er konnte. Diesem gütigen Zug seines Charakters entsprach es auch, als er während und auch kurz nach dem Kriege sich der Schwerkriegsbeschädigten in großzügigem Maße annahm. Sein stets liebenswürdiges Wesen und sein lauterer Charakter schufen ihm im wahrsten Sinne des Wortes stets und überall nur Freunde, so daß sein Verlust von allen, die ihn persönlich kannten, schmerzlichst empfunden wird.

ek.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Die Tarifformen.

1. In dem Aufsatz „Die Tarifformen“ von A. G. Arnold, Berlin, ETZ 1933, S. 121, wird der Tarif, bei dem die gemessene Leistung der Leistungspreisberechnung bei Kleinabnehmerlieferungen zugrunde gelegt wird (im folgenden „Leistungspreistarif“ genannt), durch verschiedene Gegengründe zu widerlegen versucht. Im nachstehenden soll kurz Näheres zur Ehrenrettung dieser Tarifform gesagt werden; die Ausführungen stützen sich auf Erfahrungen, die die Kraftwerke Freital AG. mit dem Leistungspreistarif bei Kleinabnehmern seit mehr als vier Jahren gemacht hat. Er wird hier in der Weise angewendet, daß der Abnehmer eine bestimmte Leistung beantragt. Diese wird durch einen Strombegrenzer abgesichert (es ändert grundsätzlich nichts an dem Wesen des Leistungspreistarifes, ob man die Höchstleistung mißt oder durch einen Automaten begrenzt). Auch bei ungünstiger Abnahme ist der Abnehmer durch den Grenzstrompreis (verschieden hoch für Licht und Kraft) gesichert. — Einige Worte zu den hauptsächlichsten Einwänden, die gegen den hier angeführten Tarif häufig vorgebracht werden: Ist es wahr, daß der „Leistungspreistarif“ keine Rücksicht auf die Kaufkraft des Kleinabnehmers nimmt? Diese Frage läßt sich dahin beantworten, daß bei der Haushaltabnahme die Leistungsinanspruchnahme (gleichgültig, ob durch Höchstleistungsanzeiger gemessen oder durch Strombegrenzer abgesichert oder durch Zählermeßbereich und dergleichen festgelegt) — vorsichtig ausgedrückt — mindestens mit der gleichen Gerechtigkeit als Maß für die Kaufkraft des Abnehmers angesehen werden kann wie beispielsweise die Wohnungsgröße, die im obengenannten Aufsatz empfohlen wird. Die Erfahrung zeigt auch, daß die Leistungsanmeldungen sich normalerweise nach dem Lebensstand des Abnehmers staffeln. — Wie ist nun die grundlegende Frage zu beantworten: Steht die Berechnung der angemeldeten Leistung der Anschaffung neuer Elektrogeräte hinderlich entgegen? Hier können wir aus unseren Erfahrungen mitteilen, daß dies im allgemeinen nicht der Fall ist. Einige Sonderfälle (bestimmte Geräte mit hohem Anschlußwert und einige Abnehmergruppen) müssen dabei allerdings abweichend von der Normalregelung behandelt werden. Dadurch wird aber die Stromabrechnung nicht nennenswert erschwert, weil die Sonderabrechnungen auf wenige Gruppen beschränkt sind und nach einmal festgelegten Richtlinien einheitlich durchgeführt werden. — Gegen die Absicherung der Höchstleistung wird häufig geltend gemacht, daß der Abnehmer dann für bestimmte Tage größeren Leistungsbedarfs (Festlichkeiten usw.) unnötig gebunden sei. Dies ist gewiß ein Schönheitsfehler. Er ist aber nicht so groß, daß man deswegen den Leistungspreistarif gleich verdammen müßte. Bei auskömmlicher Leistungsanmeldung, d. h. Anmeldung einer Leistung, bei deren Berechnung der Abnehmer etwa auf die bisher bezahlte Rechnungsumme kommt, denn nur der Mehrbezug soll ja verbilligt werden, bringt der Tarif lediglich die unwesentliche Behinderung, daß die Inbetriebnahme von Geräten größeren Anschlußwertes zeitlich eingeteilt wird. — Der Forderung der Wertschätzung kann man dadurch gerecht werden, daß man verschiedene Leistungspreise für Licht- und Kraftbezug (wobei man dem landwirtschaftlichen Kraftbezug eine Sonderstellung einräumen möchte) einsetzt. Die Arbeitspreise wird man zweckmäßig für alle Abnehmergruppen auf gleicher Höhe halten. — Eine eingehende Begründung für die hier angeführten Gedankengänge zu geben bzw. auf weitere, insbesondere tariftheoretische Einwände einzugehen, verbietet leider die Raumbeschränkung[1]. Schon diese kurzen Hinweise werden jedoch erkennen lassen, daß der Leistungspreistarif (nach der obigen Definition) auch bei Kleinabnehmern als zweckmäßige und gerechte Tarifform zu beurteilen ist.

Freital i. S., 27. III. 1933.

Dipl.-Ing. Hanns Schäfer.

2. In dem Aufsatz „Die Tarifformen“ (ETZ 1933, S. 121) wird die Bedeutung bestimmter Tarifformen innerhalb des gesamten Tarifwesens durch Auftragung des Verhältnisses der durch sie erfaßten Abnehmerzahl zur gesamten untersuchten Abnehmerzahl als Ordinate über den einzelnen Tarifarten zugeteilten Kennziffern als Abszissen dargestellt. Statt die so erhaltenen Punkte zur Zeichnung eines Staffelbildes zu verwenden, legt der Verfasser durch sie Kurven, wodurch der Anschein erweckt wird, als handle es sich hier um Häufigkeitskurven. Diese können jedoch nur aufgestellt werden, wenn das Material nach einer größenmäßig erfaßbaren Eigenschaft geordnet wird. Hier sind jedoch die Abszissenwerte nur Kennziffern, welche vom Verfasser einzelnen Tarifarten willkürlich zugeordnet wurden. Er schreibt u. a.: „Es ergibt sich eine ausgesprochene Gaußsche Fehlerkurve, bei der das Maximum bei der Tarifform 8 oder in deren unmittelbaren Nähe liegt.“ Der Vergleich mit einer Gaußschen Kurve ist nicht haltbar, da durch Abänderung der willkürlichen Kennzifferzuteilung eine Unzahl von Kurven erhalten werden kann (natürlich auch ein einer Gaußschen Kurve ähnlicher Verlauf, sofern dieser angestrebt wird). Im Gegensatz zu Häufigkeitskurven kann das Maximum keinesfalls „in der Nähe“ einer Tarifform liegen, da Abszissenzwischenwerte nicht existieren. Die außer den angeführten 14 Tarifarten noch vorhandenen Tarifabarten dürfen keinenfalls mit Zwischenwerten identifiziert werden. Auch wenn der Verfasser von der

[1] s. auch ETZ 1933, S. 525.

Digitized by Google

„immerhin größeren Fläche der Kurve Abb. 3, links von Ordinate 8" spricht, ist seine Annahme des Vorliegens einer Häufigkeitskurve unverkennbar. Tatsächlich ist hier nicht die Fläche, sondern die Summe der 7 Ordinaten links von Punkt 8 maßgebend. — In Abb. 2 ist die Kurvenform ebenfalls unangebracht, da Zwischenwerte aus der Kurve nicht entnommen werden dürfen. Lediglich aus der Lage der Einzelpunkte kann die Zahl der eine bestimmte Tarifart verwendenden Werke und deren durchschnittliche Abnehmerzahl entnommen werden. Letztere ist proportional dem Tangens des Winkels der Verbindungslinie eines Punktes mit dem Ordinatenanfangspunkt.

Man sieht, wie falsch gewählte Darstellungsarten zu unrichtigen Schlußfolgerungen aus an und für sich richtigen statistischen Ermittlungen führen können.

Schwabach, 14. II. 1933.

Dipl.-Ing. H. Scharrer.

Erwiderung.

Zu 1. Der „Leistungspreis-Tarif" ist nicht zu widerlegen versucht worden, sondern meine vorliegende Arbeit sucht und findet das wahrscheinlich beste Urteil über Haushalt-Tarifformen eines Landes. In der Wertigkeitsmethode liegt die Gewichtszuteilung jeder Einzelmeinung, die sich natürlich auch auf die Meinung der Tarifkommissionen, der Behörden, auf das Urteil unabhängiger Sachverständiger usw. stützt. Daß das angewandte Verfahren zu dem Ergebnis führte, das der Verfasser selbst seit Jahren vertritt, zu dem Block- oder Regelverbrauchtarif nach Zimmerzahl oder Quadratmeter Wohnfläche, hat er offen bekannt. — Die gemessene Leistung soll nach Herrn SCH. dem Leistungspreistarif beim Kleinabnehmer, also Haushaltungen, zugrunde gelegt werden. Für die Kaufkraftberücksichtigung soll es gleichgültig sein, ob durch Höchstleistungsanzeiger gemessen oder durch Strombegrenzer abgesichert oder durch den Zählermeßbereich und dergleichen die Bestimmung des Leistungspreises stattfindet. Eine solche Ehrenrettung spricht eine Sprache für sich. — Nirgends ist vom Verfasser behauptet, daß der Leistungspreis keine Rücksicht auf die Kaufkraft des Kleinabnehmers nimmt, auch nicht, daß diese Tarifform nicht zweckmäßig und gerecht sei. Bei der grundlegenden Frage: steht die Berechnung der angemeldeten Leistung der Anschaffung neuer Elektrogeräte hinderlich entgegen?, antwortet Herr SCH. vorsichtiger, daß aus seiner Erfahrung heraus dies im allgemeinen nicht der Fall ist, fügt aber gleich Sonderfälle hinzu, die abweichend behandelt werden müßten. — Ich schließe mit der Bemerkung, daß „besser" der Feind von „gut" ist und daß in der vorliegenden Arbeit die Wertigkeitsforschung über Tarife an die Stelle der Ansichten Einzelner gesetzt wurde.

Zu 2. Jede Kurve als Darstellung irgendeines Geschehens oder Befundes ist ein gedachter Ideal-Abhängigkeitsfall von Ursache und Wirkung, der nie in der Welt selbst existiert hat, noch je existieren wird. Die Korrelation ist der weitere Begriff, der die Ursache und Wirkung als Spezialfall (Denknotwendigkeit) in sich schließt. Trotzdem ist es in allen Wissenschaften üblich, diese Darstellungsform der gedanklichen Abstraktion anzuwenden.

In das Chaos eines jeden Zahlenmaterials Ordnung zu bringen, ist eine weitere Elementarforderung jeglicher wissenschaftlicher Arbeit. Was die Ordnung des vorliegenden Häufigkeitsfeldes anbelangt, so war es notwendig, dieselbe nach Tarifformen vorzunehmen, da z. B. der Strompreis in irgendeinem Zusammenhang (größenmäßig erfaßbare Eigenschaft) nicht gezeigt werden sollte. Es konnte daher nur Ordnung in das Chaos durch Gruppierung um die größte Anzahl der Abnehmer einer Tarifform, also um die größte Häufigkeit, geschaffen werden, (Abb. 1). Die Abb. 3 gibt als zentrale Gruppierung die Tarife 7, 8, 9 genau wie Abb. 1, nur unterscheidet sie in den weniger häufig auftretenden Tarifformen nach innerer Verwandtschaft. Hiermit erübrigt sich die Behauptung, daß es eine große Anzahl von beliebigen Kurven als Ergebnis meiner Untersuchung gäbe. Es handelt sich vielmehr um ein Häufigkeitsfeld, das durch die Anordnung um größte Häufigkeiten ein Gaußsches Fehlerbild ergibt.

Die Abszissen geben eine geistige Funktion, die Verkaufsform einer „Ware", der kWh, wieder. Hierbei soll die Summe der Ordinaten nach Herrn SCHARRER allein für Abb. 3 maßgebend sein, aber nicht die Fläche. Dieser Einwand verkennt die Definition einer Fläche. Erinnert sei nur an die Formeln von Poncelet, Parmentier, die Trapezformel und die Simpsonsche Regel. Sobald die mathematische Funktion nicht vorliegt, benutzen diese Formeln die Summen der Ordinaten zur praktischen Flächenauswertung, natürlich mal der Abszissen-Einheitstrecke. Die Fläche links der Ordinate *8* der Abb. 3 stellt mithin, wie im Text angegeben, das Trägheitsmoment einmal eingeführter Tarifformen dar. Richtig ist, daß eine Korrelation sich wesentlich von einer Funktion unterscheidet und nicht etwa der Medianwert durch Planimetrieren gefunden werden kann.

Berlin, 17. V. 1933.

Dipl.-Ing. A. G. Arnold.

Wir schließen hiermit diese Erörterung. D. S.

LITERATUR.

Besprechungen.

Mitteilungen aus dem Reichspostzentralamt. (Telegraphentechnisches Reichsamt). Bd. 16. Mit zahlr. Abb., III, u. 330 S. in 4°. Alleinvertrieb durch Julius Springer, Berlin 1932. Preis 12 RM.

Der Band 16 der Mitteilungen aus dem Reichspostzentralamt (TRA) enthält , wie seine Vorgänger, eine Reihe wertvoller Beiträge aus der Fernmeldetechnik und verwandten Gebieten. Fragen der engeren Fernsprechtechnik behandeln Arbeiten von Feist (Viertes deutsch-dänisches Fernsprechseekabel), Decker (Eine Verzögerungsleitung für Messung und Vorführung von Laufzeitwirkungen in Fernmeldesystemen), Grützmacher und Just (Über Kohlemikrophone[1]), Loog (Drei Arbeiten über Pufferbetrieb in den Ladestellen von Vermittlungsanstalten), Oehlen (Zwei Arbeiten über Fernsprechübertrager), Schwender (Zwei Arbeiten über die neuen kleinen SA-Ämter der Deutschen Reichspost[2]), Weinitschke (Zweibandfernsprechen von Helgoland nach Cuxhaven und Hamburg) und Winzheimer (Fernsprechtechnik im Fernsprechnetz). Die Technik des Fernsehens und der Fernbildübertragung ist vertreten durch Arbeiten von Hudec und Perchermeier (Die Fernsehanordnung des Reichspostzentralamts mit Braunscher Röhre; Die Braunsche Röhre für Fernsehzwecke), Kirschstein (Die Glimmlampe als Fernsehrelais), Krawinkel und Ziebig (Fernsehversuche mit Ultrakurzwellen), Stahl (Stand der Fernbildübertragung) und Wiedemann (Zwei Arbeiten über Bildpunktzahl, Bildgröße und Helligkeit bei Fernsehbildern). Zur eigentlichen Funktechnik liegen Arbeiten vor von Kiebitz (Neue Versuche mit Sendeantennen; Versuche über Abstimmung von Richtantennen bei kurzen Wellen) und Semm (Über die Großrundfunksender Mühlacker und Heilsberg). Außerdem enthalten die Mitteilungen noch Arbeiten von Grützmacher (Die Fourieranalyse modulierter Hochfrequenz), Haehnel (Kristallgefüge und Disglomeration des Bleies[3]), Klewe (Gegeninduktivitätsmessungen an Leitungen mit Erdrückleitung in Skillingaryd), Krawinkel und Perchermeier (Ausgleich der mittleren Amplitude bei Niederfrequenzverstärkern) sowie Pollaczek (Fünf wahrscheinlichkeitstheoretische Arbeiten über Warten vor Schaltern). Schließlich sind in dem vorliegenden Band 2 Berichte über die Fortschritte des elektrischen Nachrichtenwesens innerhalb des Arbeitsgebiets des Reichspostzentralamts (TRA) in den Jahren 1930 und 1931 enthalten sowie eine Darstellung des Verlaufs der Konferenz, die 1931 mit einer Anzahl von Hochschullehrern der Fernmeldetechnik beim Reichspostzentralamt stattgefunden hat. — Über einige der vorerwähnten Arbeiten ist an dieser Stelle schon berichtet worden.

Buttler.

Einführung in die Schwingungslehre nebst Anwendungen auf mechanische und elektrische Schwingungen. Von Prof. Dr. H. Barkhausen. Mit 118 Abb., VII u. 128 S. in 8°. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1932. Preis geh. 5 RM, geb. 6,50 RM.

Das vorliegende Buch, aus Beiträgen zu dem Handwörterbuch der Naturwissenschaften hervorgegangen, gibt einen kurzen Überblick über die Schwingungslehre, wobei sowohl mechanische als auch elektrische Vorgänge behandelt werden. Es sei kurz der Inhalt angegeben. Kapitel I beschäftigt sich mit den allgemeinen Grundlagen; es werden die Begriffe Amplitude, Frequenz, Eigenschwingung, Dämpfung und erzwungene Schwingungen besprochen. Kapitel II befaßt sich mit den schwingungsfähigen Systemen. Auch hier seien nur einige Worte genannt, um eine Vorstellung zu geben, was behandelt wird: Systeme mit zwei Freiheitsgraden, gekoppelte Schwingungen, Systeme

[1] ETZ 1932, S. 1229.
[2] ETZ 1932, S. 1062.
[3] ETZ 1932, S. 849.

Digitized by Google

mit unendlich vielen Freiheitsgraden (Saitenschwingungen). Kapitel III schließlich schildert das Entstehen von Schwingungen, die Anregung mit periodischen und unperiodischen Energiequellen, wobei im letzteren Fall (Selbsterregung) noch besonders auf die Energieverhältnisse eingegangen wird.

Als großer Vorzug des Buches sei hervorgehoben, daß jeder der einzelnen Begriffe durch eine Anzahl von Beispielen erläutert ist, die mechanischen, akustischen und elektrischen Vorgängen entnommen sind. Gerade diese Art der Darstellung stellt sicher, daß auch Personen, die zu der Schwingungslehre entfernter stehen und sich hierüber nur orientieren wollen, das Buch mit großem Nutzen lesen können. Es braucht nicht besonders betont zu werden, daß auch dieses Buch von Barkhausen die bereits von seinen anderen Schriften her bekannte Klarheit der Darstellung zeigt. Erwin Meyer.

Theorie der Elektrizität. 9. Aufl., Bd. 1. Von M. Abraham. Vollst. neu bearb. v. R. Becker. Sonderdruck der Übungsaufgaben mit Lösungen. Mit 18 S. in 8°. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1932. Preis geh. 1 RM.

Die abstrakte Darstellung und vor allem das Fehlen von Abbildungen und Beispielen sind sicher schon von vielen Lernenden als Mangel des sonst so vorzüglichen Buches von Abraham-Föppl empfunden worden. Der neue Bearbeiter, R. Becker, hatte in der 8. Auflage[1] bereits zahlreiche Abbildungen eingefügt und die Darstellung mehr auf den physikalischen Gehalt der Aussagen abgestellt. Die schon nach knapp 3 Jahren folgende 9. Auflage (1933) ist darüber hinaus mit rd. 100 Aufgaben nebst Lösungen ausgestattet worden, u. zw. Aufgaben über die Vektorrechnung sowie Probleme der Elektrostatik, Magnetostatik, des stationären Stromes und des Elektromagnetismus. Die Aufgaben sind gut gewählt und dürften auch zahlreich genug sein; die Lösungen sind in knappster Form gegeben. Daß die Aufgaben als Sonderdruck zu beziehen sind, werden die Besitzer der 8. Auflage dankbar empfinden. Der Wert des Werkes als Lehrbuch hat durch diesen Zusatz sehr gewonnen.

G. H. Winkler.

Der Elektrotechniker-Lehrling. Bearb. v. K. Laubersheimer. (Koeppers Handwerkerbibliothek Bd. 24.) 3. Aufl. Mit 71 Textabb., IV u. 155 S. in kl. 8°. Verlag Bernh. Friedr. Voigt, Leipzig 1932. Preis geb. 2,25 RM.

Das vorliegende kleine Handbuch bietet im ganzen gesehen dem Elektrotechniker-Lehrling eine Fülle von Anregungen. Die Gliederung ist übersichtlich, die Anpassung an das Verständnis der Jugendlichen ist besonders anzuerkennen. Bei einer Neubearbeitung ist die Ergänzung mancher Angaben erwünscht, so z. B. bei den VDE-Vorschriften (Regeln, Leitsätze, Verbandsnormalien), bei den Angaben über die Installation (Gummirohr und Stahlpanzerrohr ohne isolierende Auskleidung), bei den Isolationsmessungen (Berührungsschutz sowie Eingehen auf Erdung und Nullung), Blitzschutzvorrichtungen (Antennenableiter und Kathodenfallableiter), Elektrobeheizung (elektrisches Kochen und Heißwasserbereitung), daneben bei den Hausgeräten (Staubsauger, Bohner). Der Abschnitt über die Sozialversicherung bedarf einer Durchsicht auf die Richtigkeit der Zahlen (Unfallverhütungsgrenze, Berechnung der Renten). Elbel.

[1] Besprechung der 8. Auflage: ETZ 1931, S. 222.

Eingegangene Doktordissertationen.

Adolf Heidsiek, Die bisherigen Erfahrungen mit der Bandförderung im Untertagebetrieb der Ruhrzechen in bergmännischer und maschinentechnischer Beziehung. T. H. Berlin 1932.

Wolfgang Krämer, Die Förderung der Rohbraunkohle aus Tagebaubetrieben in Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit verschiedener Fördermethoden. T. H. Berlin 1932.

Gustav Schenk, Über die Haftfähigkeit und Dichte der nach dem Schoop'schen Metallspritzverfahren hergestellten Schutzschichten. T. H. Berlin 1932.

Karl-Otto Schmidt, Neubildung von unterdrückten Sprachfrequenzen durch ein nichtlinear verzerrendes Glied. T. H. Berlin 1932. (Erschien i. d. „Telegr.- u. Fernspr.-Techn." Bd. 22, H. 1, Januar 1933.)

Fritz Strauß, Beitrag zur Theorie der ständergespeisten Drehstrom-Nebenschlußmotoren. T. H. Berlin 1932.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die deutsche Elektroindustrie im 2. Vierteljahr 1933[1]. — Der auf Grund des politischen Umschwungs in Deutschland für die Neugestaltung der deutschen Wirtschaft notwendig gewordene Übergang ist nach den Mitteilungen der Industrie- und Handelskammer zu Berlin im Laufe der drei Berichtsmonate noch nicht zu Ende gekommen. Dadurch ist die in zahlreichen Wirtschaftskreisen bemerkbar gewordene Besserung der Geschäftstätigkeit naturgemäß noch nicht zu der notwendigen Ausdehnung und Stetigkeit gekommen, die sie auch für die Elektroindustrie hätte fruchtbar machen können. Der Binnenmarkt zeigte sich während des Berichtszeitraums noch nicht so weit gestärkt, daß Neuanlagen sowie die Verbesserung, Ergänzung und Wiederinstandsetzung bestehender Anlagen in größerem Umfange ermöglicht worden wären. Vielleicht ist die Zunahme ernsthafter Anfragen aus verschiedenen Kundschaftskreisen als ein Vorzeichen tatsächlich sich verstärkender allgemeiner Belebung anzusehen, trotzdem leider bisher nur in wenigen Fällen diese Anfragen schon zu Aufträgen von irgendwelcher Bedeutung geführt haben. Einige Sonderfälle sind saisonmäßig begründet, wie z. B. Aufträge auf Rundfunkgeräte, die als Vorbereitungsarbeiten für die nächste Rundfunksaison anzusehen sind.

Das Auslandsgeschäft ist in der Berichtszeit sogar wesentlich weiter abgesunken. Die Gründe sind z. T. die bisherigen in der Weltwirtschaftskrise und besonders in dem allgemeinen Protektionismus liegenden; verstärkt haben aber auch politische Gründe zu der Ablehnung des Warenbezugs aus Deutschland mit beigetragen. Die Hoffnung für die kommenden Monate liegt im Inland vor allem bei den zu erwartenden Auswirkungen des Gesetzes zur Verminderung der Arbeitslosigkeit, das ausdrücklich die Verwendung der Arbeitsschatzanweisungen auch für Anlagen zur Versorgung der Bevölkerung mit Elektrizität vorsieht und auch eine starke Förderung der Bautätigkeit und damit der übrigen Industrien erwarten läßt. Auf dem Auslandsmarkt wird eine Besserung in wesentlichem Maße von den Ergebnissen der internationalen Konferenzen über wirtschaftliche und politische Fragen abhängig sein. Ein günstiger Ausgang ist hier um so dringender notwendig, als die elektrotechnische Industrie zu denjenigen Industrien gehört, die in erster Linie deutsche Qualitätsarbeit dem Ausland zu vermitteln in der Lage sind zum Zweck der Beschaffung der für die deutsche Wirtschaft, insbesondere auch für den deutschen Binnenmarkt unentbehrlichen Devisen. —

Aus der Geschäftswelt. — Die Firma Aronwerke Elektrizitäts AG., Berlin-Charlottenburg, wurde nach Beschluß der GV. in Heliowatt-Werke Elektrizitäts-AG. umgewandelt.

In das Handelsregister wurden eingetragen: Allfunk G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Fabrikation und Vertrieb von hochfrequenz- und radiotechnischen und anderen elektrischen Apparaten und deren Teilen; J. Preh Vertriebsgesellschaft m. b. H., Neustadt a. S. (50 000 RM): Vertrieb elektrotechnischer Spezialfabrikate, vornehmlich der Erzeugnisse der Firma Jacob Klein jr., Neustadt (Saale). — Eisele-Autoelectric-Gesellschaft m. b. H., Frankfurt a M. (20 000 RM): Vertrieb und Verkauf von autoelektrischen Ersatz- und Zubehörteilen sowie Prüfgeräten, Werkzeugen und verwandten Artikeln; Nationale Telephon- und Telegraphenwerke G. m. b. H., Frankfurt a. M. (400 000 RM): Herstellung und Vertrieb von Fernsprechgeräten und sonstigen Erzeugnissen aus dem Gebiet der angewandten Elektrotechnik; Mitteldeutsche Elektromotorenwerke G. m. b. H., Saalfeld a. Saale (20 000 RM): Herstellung von Elektromotoren und sonstigen elektrischen Maschinen und Apparaten; Bitter-Polar G. m. b. H., Kassel (50 000 RM): Vertrieb von elektroautomatischen Kühlschränken und Anlagen, System Polar-Bitter; Elektrocell-G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Herstellung und Vertrieb von mit Halbleiterschichten versehenen Platten und zugehöriger Apparatur, z. B. für Lichtzellen, Gleichrichter und ähnliche Einrichtungen, sowie Herstellung und Vertrieb elektrotechnischer Artikel jeder Art; Schiller & Co. G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Herstellung, Handel und Vertrieb von Radio- und elektrischen Artikeln aller Art. —

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 880; 1933, S. 464.

Abschluß des Heftes: 11. August 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

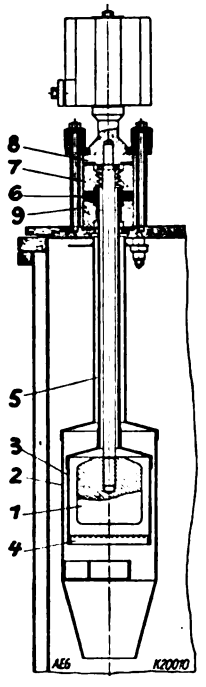
Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Gittergesteuerte AEG-Eisengleichrichter.

Mitteilung der AEG.

Die gittergesteuerten Stromrichter werden in der Elektrizitätswirtschaft immer häufiger verwendet. So werden fast alle zur Stromversorgung von Licht- und Kraftwerken dienenden Gleichrichter, bei denen eine Reglung der Spannung bisher durch Stufenschalter erfolgte, jetzt mit Steuergittern ausgerüstet. Durch Veränderung der Phasenlage der dem Steuergitter zugeführten Wechselspannung (Toulonsteuerung) läßt sich eine kontinuierliche Spannungsreglung von Null bis zur vollen Spannung durchführen. In Bahnanlagen kann durch die Toulonreglung die Spannung bei wechselnder Last konstant gehalten bzw. mit steigender Last erhöht werden.



1 = Anode,
2 = Anodenschutzrohr,
3 = Steuerrohr,
4 = Steuergitter,
5 = Zuführung z. Gitter,
6 = Anschlußring für Steuerspannung,
7 = Anodenisolator,
8 = Anodenkopf,
9 = Isolator für Steuergitter.

Abb. 1. Anode mit Steuergitter.

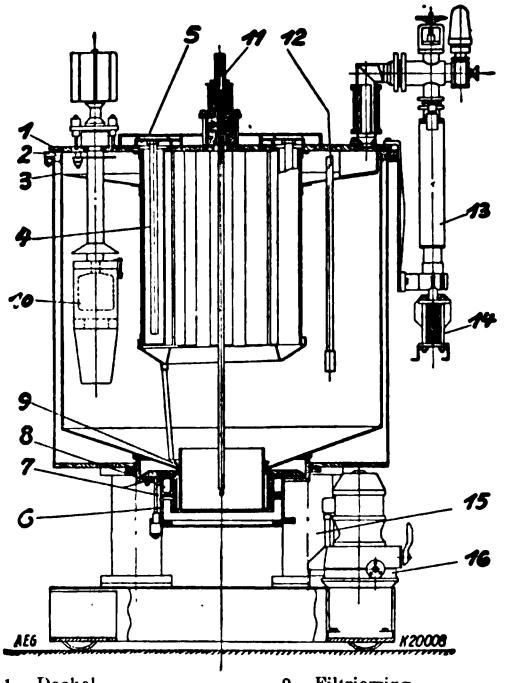
Ein weiteres Anwendungsgebiet der gittergesteuerten Stromrichter ergibt sich durch die Möglichkeit, mit Hilfe der Steuergitter die Richtung des Energieflusses in der Gleichrichteranlage umzukehren. Hierdurch läßt sich nunmehr die Rücklieferung von Gleichstromenergie in das Drehstromnetz — Wechselrichter — und die Frequenzumformung — Umrichter — in ruhenden Apparaten durchführen.

Die Konstruktion der gittergesteuerten Eisengleichrichter — über gittergesteuerte Glasgleichrichter ist an dieser Stelle bereits berichtet worden*) — unterscheidet sich vom Aufbau der normalen Eisengleichrichter nur durch die Einfügung der Steuergitter vor den Anoden.

Die Bauart der gittergesteuerten Anode ist aus Abb. 1 zu ersehen. Das Zuführungsrohr 5 zum Steuergitter liegt konzentrisch zum Anodenbolzen und ist durch das Halterohr des normalen Anodenschutzrohres 2 gegen die Gleichrichterentladung abgeschirmt. Das Steuergitter besteht aus einem die Anode 1 umgebenden Eisenrohr 3, das, um bessere Abstrahlung der Anode zu ermöglichen, perforiert ist, und aus dem eigentlichen Steuergitter 4, das aus Molybdänstäben oder aus einer perforierten Graphitplatte gebildet wird. Die Steuerspannung wird an den Ring 6 angeschlossen, der durch den Porzellanisolator 9 gegen den Deckel des Gleichrichters und durch den Isolator 7 gegen den Anodenkopf 8 isoliert ist.

Anschließend sei die jetzige Konstruktion der normalen AEG-Eisengleichrichter kurz beschrieben.

Der Gleichrichter bildet mit seiner Vakuumapparatur eine geschlossene, übersichtliche und anschlußfertige Einheit. Das Vakuumgefäß des Gleichrichters (Abb. 2) hat einen leicht abnehmbaren, durch einen Gummiring aufgedichteten, ebenen Deckel, der die durch Ringe aus Spezialgummi gedichteten Anodendurchführungen trägt. Der zylindrische Teil des Vakuumgefäßes ist so erhöht, daß oberhalb der Anoden ein Raum für die Kondensation des überschüssigen Quecksilberdampfes entsteht. Außerdem haben die Gleichrichter einen Innenkühler 4 aus einem Kranz unten geschlossener Stahlrohre, die in den Gleichrichterdeckel eingeschweißt sind. Nach Abnahme des Wasserverteilers 5 kann der Kühler ohne Oeffnung des Gleichrichters gereinigt werden. Für alle vakuumdichten Schweißungen wird die Arcatomschweißung verwendet.



1 = Deckel,
2 = Gefäßflansch,
3 = Vakuumgefäß,
4 = Innenkühler,
5 = Wasserverteiler,
6 = Kathodengefäß,
7 = Gummiringe zur Dichtung und Isolation der Kathode,
8 = Gekühlter Zwischenring,
9 = Filtrierring,
10 = Anode,
11 = Zündanode,
12 = Erregeranode,
13 = Hochvakuumpumpe,
14 = Induktionsheizung,
15 = Vorvakuumbehälter,
16 = Rotierende Vorvakuumpumpe.

Abb. 2. Schnitt eines Gleichrichters für 650 V, 2000 A.

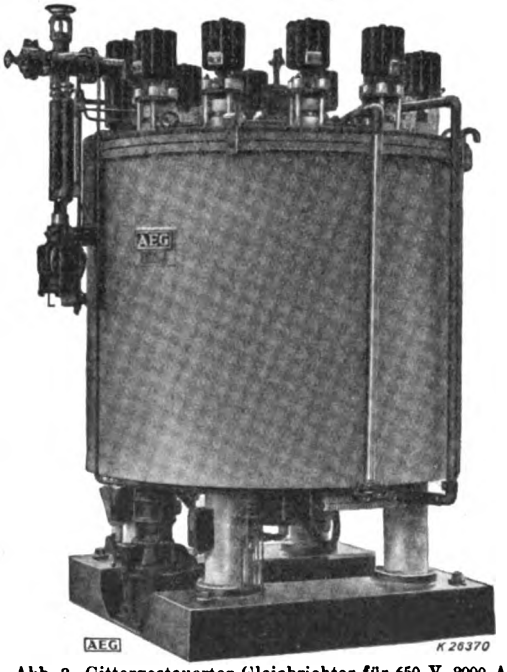


Abb. 3. Gittergesteuerter Gleichrichter für 650 V, 3000 A bzw 2900 V, 700 A dauernd, 1050 A 2 h.

Die Anoden 10 des Gleichrichters werden aus besonders reinem, vorbehandeltem Graphit hergestellt. Die Anode sitzt an einem langen Anodenbolzen kleinen Querschnitts, der nur eine geringe Wärmemenge von der rotglühenden Anode an die Durchführungsdichtungen überträgt. Ein Rippenkühler kühlt die obere Gummidichtung der Durchführung. Das die Anode und den Anodenbolzen umgebende Schutzrohr ist vom Gleichrichtergefäß isoliert; die Abstände zwischen Anode, Bolzen und Schutzrohr sind so gewählt, daß bei dem höchsten betriebsmäßigen Quecksilberdampfdruck keine Glimmentladung an der Anode und am Bolzen eintreten kann. Die Berührungsstelle zwischen Anodenisolator und Anodenhalter liegt gut abgeschirmt weit ab von den Teilen der Anode, die den Entladungsstrom führen.

Der in Abb. 3 gezeigte Gleichrichter, der 3000 A bei 650 V bzw. 700 A bei 2900 V dauernd und 1050 A bei 2900 V 2 h lang leistet, hat Gitteranoden der oben beschriebenen Art.

*) ETZ 1988, Heft 5, S. 13.

Digitized by Google

Stellengesuche

Der unterzeichnete bisherige **Betriebsleiter der Wasserkraftwerke Häusern u. Eichholz** d. **Schluchseewerk A.-G.** sucht, gestützt auf eine 10jähr. Praxis im Bau u. Betrieb großer Wasserkraftwerke u. auf allerbeste Zeugnisse und Empfehlungen, einen neuen seiner bisherigen Tätigkeit entspr. Wirkungskr. **Oskar Blum, Berchtesgaden Land.** [3569]

El.-Ing. u. Meister

Nat.-Soz., 34 J., verh., lehrb., arbeitsfr., reiche Erf. i. Install. u. Betr. el. Anl. Gleich- u. Drehstr.-Zentr. sowie Anlasser, Appar. u. Schaltzeugbau Prüffeld, Konstrukt. u. Montage, sucht. gest. a. Ia Zeugn., neuen Wirkungskr, gleich welcher Art. Ang. unt. **A. M. 200 postlagernd Eschwege.** [3567]

Erfahrener, nat. gesinnter

Betriebs-Direktor

für Elektrizitäts-, Gas- u. Wasserwerke sowie Kanalisationsanlagen für eine kleinere Stadt gesucht.

Ang. mit Zeugnisabschriften u. Gehaltsansprüchen unt. **E. 3557** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W9, erb.

Altanges. Berliner **Fabrik isol. elektr. Präzisionsdrähte** sucht **für Berlin** einen in dies. Spez.-Branche nachweisl. erf. Herrn als

Verkäufer und Korrespondent

auf Geh. u. Prov. Alt. n. üb. 35. J. Bew. erb. u. **E. 3556** a. d. A.-A. d. ETZ, Berlin W9.

Reklamespezialist

Ing., Anfang 30, m. reichen Erfahrg. auf den versch. Gebieten, guten Ideen u. literar. sowie kaufm. Begabung, sucht selbständ. Posten. Zuschr. unter **E. 3566** a. d. Anz.-Abteil. d. ETZ, Berlin W9, erbeten.

Kabelfachmann

Dipl.-Ing., 38 J., verh., ev., langjähr. Praxis in Fabrikation u. Entwickl. all. Stark- u. Schwachstromkabeltypen sowie Leitungen, erfolgr. bei Neueinrichtung u. Organis. von Kabelwerken, sachlich, zielbewußt u. verantwortungsfreudig, befäh. s. auch i. and. Gebiet. schnell einzuarb., sucht Wirkungskreis. Erstkl. Refer. Ang. u. **E. 3568** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbeten

Dipl.-Ing.
m. umfangr. Kenntn. u. spez. Erf. i. Entwickl.-Arb. der **HF u. NF-Techn k** sucht sof. neuen Wirkungskr. Ang. u. **E. 3568** a. d. A.-A. d. ETZ, Bln. W9.

Elektro-Ingenieur
mit großer Erfahrung im Bau von Elektro-Maschinen von westdeutscher Fabrik als **Direktor gesucht.** Angeb. m. Zeugnissen, Refer., Bild u. Anspr. u. **E. 3554** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbet.

Zum 15. Oktober soll an der hiesigen reichsanerkannten Maschinenbauschule die Stelle eines Winterlehrers (Wintersemester 1933/34) mit einem

Diplomingenieur

(Elektroingenieur), der Nationalsozialist sein muß, besetzt werden, der in folgenden Fächern Unterricht zu erteilen hat:

Berechnung und Konstruktion elektrischer Maschinen
Elektrische Stromerzeugungsanlagen,
Elektrische Antriebe,
Installation,
Fernmelde- und Hochfrequenztechnik,
Allgemeine wissenschaftliche Fächer.

Als Gehalt wird die Anfangsstufe der Gehaltsgruppe 3a der Mecklenburg-Schwerinschen Staatsbeamten gewährt, das in monatl. Raten von 270 RM. brutto im Voraus gezahlt wird. Meldungen sind mit Zeugnissen in Urschrift oder beglaubigter Abschrift bis zum 1. September ds. Js. an den Rat der Stadt Neustadt-Glewe zu richten.

Neustadt-Glewe (Mecklb.), den 5. August 1933.
Der Rat. [3553]

Führende Radiofabrik

sucht für ihre Apparate-Entwicklungs-Laboratorien erstklassigen **selbständigen Fachmann.** Offerten mit Lebenslauf, Lichtbild, Referenzen und Gehaltsansprüchen erbeten unter **E. 3559** an die Anz.-Abteil. der ETZ, Berlin W9.

Feinmechanische Spezialfabrik mittleren Umfanges, Spezialität Bordinstrumente für Kraftfahrzeuge, sucht für die

technische Leitung

eine Persönlichkeit mit überragenden Fähigkeiten in Fabrikation, Konstruktion, Betriebswirtschaft und Weiterentwicklung. Evtl. kommen auch 2 Spezialisten und zwar ein Herr für Konstruktion und Weiterentwicklung und ein Herr für Fabrikation und Betriebswirtschaft in Frage. Alter 30—40 Jahre. Kurzgefaßte Offerten mit handschriftlichem Lebenslauf, speziellem Eignungsnachweis, Eintrittstermin und Ansprüche unter **E. 3563** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Selbständiger

Konstrukteur

für thermische Auslöser für moderne Schütze und ähnl. Apparate von Apparatefabrik sofort gesucht.

Ausführl. Angebote unter **E. 3561** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Wir suchen für baldigen Eintritt

Chefkonstrukteur

für die Leitung des Konstruktionsbüros von elektrischen Maschinen aller Art für Wechsel- und Gleichstrom, von den kleinsten bis zu Leistungen von mehreren 1000 kW in Normal- und Sonderausführungen. Insbesondere erwünscht Erfahrungen im Entwurf von Turbo-Generatoren, Generatoren für den Antrieb durch Wasserturbinen, von elektrischen Maschinen für Schiffsausrüstungen, Walzwerke, elektrische Lokomotiven u. a. [3562]

Bewerbungen von nur ersten Kräften, enthaltend Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Referenzen, feste Gehaltsansprüche und Lichtbild erbeten an

Deutsche Elektrizitäts-Werke
zu Aachen
–Garbe, Lahmeyer & Co.–
Aktiengesellschaft.

Für das städtische Elektrizitätswerk (Gleichstromanlage mit z. Z. 200 000 kWh Erzeugung) wird zum baldigen Antritt ein tüchtiger

Betriebsleiter

mit praktischen Erfahrungen in der gesamten Elektrotechnik (Motoren, Installationen, Ortsnetzbau) gesucht. Bewerber müssen die Elektromeisterprüfung abgelegt haben. Die Anstellung erfolgt auf Privatdienstvertrag mit dreimonatlicher Kündigung. Besoldung nach Gruppe V der Preuß. Besoldungsordnung.

Angebote mit Lebenslauf, beglaubigten Zeugnisabschriften und Lichtbild werden bis zum 10. Sept. d. J. erbeten. [3555]

Reinfeld, den 4. August 1933.

Der Bürgermeister
Stamer

Führende Radioapparate-Fabrik
sucht zur Unterstützung ihrer Betriebsleitung einen

Methoden-Ingenieur

und einen

Herrn für Zeitstudien

Bewerber, die über reiche Erfahrungen u. Kenntnisse in den genannten Spezialgebieten der Branche verfügen müssen, wollen Angebote unter Beifügung von Zeugnisabschriften, kurzem Lebenslauf, Referenz. u. Lichtbild, sowie Nennung der Ansprüche, einreichen unt. **E. 3560** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang | Berlin, 24. August 1933 | Heft 34

Weiterer Ausbau der kanadischen Wasserkräfte unter besonderer Berücksichtigung des St.-Lawrence-Projektes.

Von G. Reglin, Montreal.

Übersicht. Nachfolgende Abhandlung betrachtet die nationale Bedeutung der hydroelektrischen Energie für Kanada und gibt eine Statistik der ausgebauten und unentwickelten Wasserkräfte des Landes, basierend auf den Untersuchungen einer speziellen Regierungskommission, welche die Erforschung der Naturkräfte zur Aufgabe hatte. Es ist also die Bautätigkeit in den einzelnen Provinzen während des vergangenen Jahres und die Kapitalisierung der vollendeten wie der unvollendeten Anlagen behandelt, ebenso die ökonomische Seite in der Erzeugung der Wasserkraft. Schließlich ist ein kurzer Abriß über das Projekt des St.-Lawrence-Groß-Schifffahrtsweges gegeben insoweit, als der elektrische Teil desselben in Betracht kommt.

Der Verbrauch an elektrischer Energie in Kanada hatte seinen Höhepunkt Ende 1929 erreicht, weiterfolgend weist die Kurve eine stete Abnahme bis zum Sommer 1932, seitdem ist wieder ein langsames Ansteigen zu verzeichnen. Nichts ist für dieses Land mehr zur Lebensbedingung geworden als die Wasserkraft und ihre Umformung in elektrische Energie (Abb. 1). Vornehmlich diesen Umständen verdankt Kanada seine führende Stellung auf dem Weltmarkt in der Produktion von Nickel, Asbest, Papier, Kobalt und Gold.

Das im Jahre 1932 beendete Programm im Ausbau von Wasserkraftwerken zeigt eine erhebliche Erweiterung gegenüber dem ursprünglichen Plan, es übertrifft zum erstenmal das der Vereinigten Staaten von Nordamerika. Die Umwandlung der „weißen Kohle" in elektrische Energie ist in Kanada stets von dem Gesichtspunkt aus verfolgt, daß die im Augenblick zur Verfügung stehende Kraft etwa 150 % oder mehr des jeweils gegenwärtigen Höchstverbrauchs beträgt. Dies ist unbedingt notwendig und wird verständlich, wenn man Kanadas industrielle Statistik der letzten Jahre betrachtet. Jedoch hat auch hier die allgemeine Wirtschaftskrise hemmend gewirkt, wodurch die alljährlich übliche Steigerung in der Nachfrage nach elektrischer Energie zurückging. Als Folge hiervon ist gegenwärtig im Verein mit dem ungehemmten weiteren Ausbau von Wasserkräften das Verhältnis von Erzeugung und Verbrauch etwas größer als gewöhnlich,

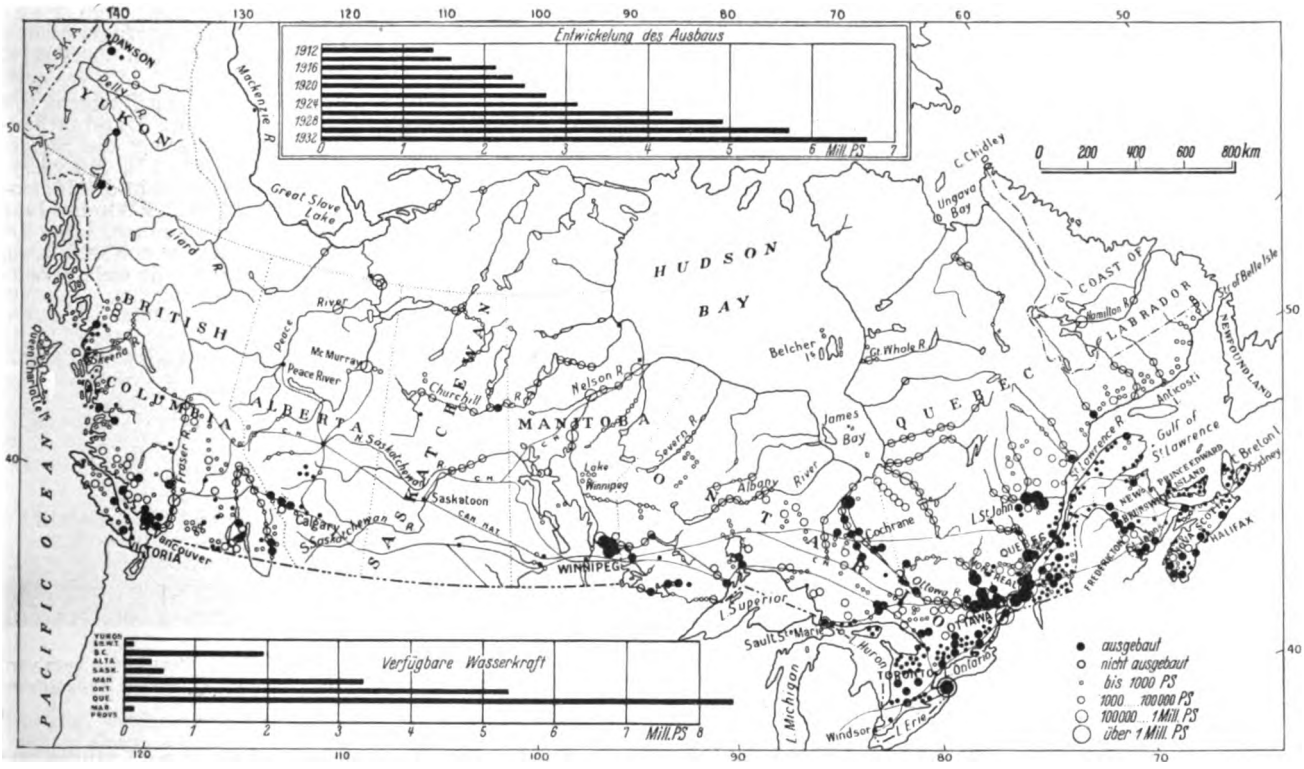


Abb. 1. Übersichtsplan der ausgebauten und ungenutzten kanadischen Wasserkräfte.

jedoch ist mit Sicherheit zu sagen, daß bei Besserung der Lage, und hiervon sind bereits die ersten Anzeichen vorhanden, die verfügbare hydro-elektrische Kraft schnell verbraucht wird.

Am Ende des Betriebsjahres 1931 waren 6 669 967 PS ausgebaut, 1932 brachte einen weiteren Zuwachs von 0,85 Mill PS, so daß Kanadas installierte Turbinenleistung

Digitized by Google

gegenwärtig 7 519 967 PS beträgt, was etwa 15 % der ausbaufähigen Wasserkräfte ausmacht (s. Zahlentafel 1). Würden die heute im Bau befindlichen Anlagen vollendet werden, so hätte man mehr als 1,4 Mill PS in den nächsten 2 ··· 3 Jahren obengenannter Zahl zuzufügen.

Zahlentafel 1. Kanadas Wasserkräfte in den einzelnen Provinzen.

	Ausgebaut Ende 1932 PS	ausbaufähig PS	unentwickelt PS
British Columbia	712 992	6 700 000	5 987 008
Alberta	71 880	1 370 000	1 298 120
Saskatchewan	42 035	1 410 000	1 367 965
Manitoba	551 425	6 960 000	6 408 575
Ontario	2 389 205	9 500 000	7 110 795
Quebec	3 482 730	17 000 000	13 517 270
Nova Scotia	117 031	200 000	82 969
New Brunswick	135 831	300 000	164 169
Pr. Edward Island. . . .	2 639	6 000	3 361
Yukon	14 199	950 000	935 801
Total . .	7 519 967	44 396 000	36 876 033

Über die Bautätigkeit in den einzelnen Provinzen sei kurz das Folgende berichtet: **Britisch-Columbia.** Die Bridge River-Power Co. ist an der Vollendung ihres am Seton-See gelegenen Kraftwerkes tätig, das als ersten Ausbau eine Maschine von 35 000 PS mit einer Übertragungspannung von 220 kV erhält. Der Vancouver Island Power Co. ist Erlaubnis für den Bau eines 157 500 PS-Kraftwerkes am Campell-Fluß erteilt, die Inangriffnahme erfolgte im November letzten Jahres. Im Juni 1932 vollendete die Kootenay Power and Light Co. ihr viertes Kraftwerk am Kootenay-Fluß mit 3 Generatoren von je 19 000 PS mit einem Gefälle von 16,1 m. Weiterhin ist dieselbe Firma ermächtigt, das fünfte und letzte Kraftwerk zu beginnen, wodurch weitere 30 000 PS gewonnen werden. Ebenso sind Pläne ausgearbeitet, die den Ausbau von 350 000 PS am Pend de Oreille-Fluß vorsehen. Außerdem fanden verschiedene Erweiterungen bereits bestehender Kraftwerke statt.

Abb. 2. Das Chatts-Falls-Kraftwerk am Ottawa-Fluß. Erster Ausbau 224 000 PS. Gefälle 16,7 m. Schließliche Gesamtleistung 280 000 PS. Übertragungspannung 220 kV.

Saskatchewan: Es sind Verhandlungen der Saskatchewan Power Commission über die Ausnutzung des Saskatchewan-Flusses in der Nähe von Fort La Corne im Gange, der benötigte Damm schafft eine Gefällehöhe von 38,2 m, wodurch die Ausnutzung von 125 000 PS gewährleistet wird.

Ontario: Diese Provinz trat mit 2 großen Konstruktionen auf den Plan, gelegen an den Chatts-Fällen des Ottawa-Flusses und den Canyon-Fällen des Abitibi-Flusses. Das Chatts-Kraftwerk (Abb. 2) ist für 224 000 PS geplant, in 8 Einheiten, mit einem Gefälle von 16,7 m, auf 280 000 PS ausbaufähig. Die Arbeiten am Krafthaus und am Damme sind vollendet, die ersten 4 28 000 PS-Maschinen montiert. Das Canyon-Kraftwerk wird von der Ontario Power Service Corporation gebaut, es benötigt den Bau eines hohen Dammes in Fels und hat ein Gefälle von 72,10 m und 5 Turbinen von je 66 000 PS. Die Baugesellschaft sicherte sich vertraglich 100 000 PS für den Sudbury-Minendistrikt, sie werden durch eine 400 km lange 132 kV-Freileitung übertragen. Außerdem vollendete die Hydro Power Commission ihr 54 000 PS-Werk am Nipigon-Fluß (Abb. 3).

Quebeck nimmt mit Indienststellung von 382 400 PS Turbinenleistung den ersten Rang unter den Provinzen ein. Im November v. J. erfolgte die Inbetriebnahme des Rapide-Black-Werkes der Shawinigan Water and Power Co., gelegen am oberen St. Maurice-Fluß. Vier 40 000 PS-Maschinen sind bereits installiert, 2 weitere gleicher Größe können, falls benötigt, hinzugefügt werden. Es ist ferner die Erneuerung des Wasserkraftwerkes am oberen St. François-Fluß vorgesehen, wodurch 100 000 PS mehr erzeugt werden können. Weiterhin beendete die Alcoa Power Co. die Arbeiten an dem Shuta-a-Caron-Werk am Saguenay-Strom,

Abb. 3. Das Alexander-Wasserkraftwerk der Hydro Power Commission of Ontario am Nipigon-Fluß mit insgesamt 54 000 PS.

welches jetzt die dortigen Minendistrikte, in denen besonders Aluminium gewonnen wird, versorgt. Dieses Unternehmen umfaßt 260 000 PS in 4 Turbinen von 65 000 PS, es ist der erste Schritt im Shipshaw-Projekt, das die Gewinnung von 0,8 Mill PS verfolgt. Die Arbeiten an dem 130 000 PS-Bau am Sievre-Fluß sind so weit fortgeschritten, daß das Werk in diesem Sommer die Stromlieferung aufnehmen kann. Die Ontario Paper Co. ist an der Ausführung einer 40 000 PS-Station am Ontardes-Fluß tätig. Außerdem wurde dem Pougan-Werk eine 34 000 PS-Turbine hinzugefügt, so daß das Werk jetzt eine Maschinenleistung von 238 000 PS besitzt.

Nova Scotia erhielt im Jahre 1932 einen Zuwachs von 1350 PS vom Mersey-Fluß. Gegenwärtige Untersuchungen der Nova Scotia Power Co. sehen die Steigerung der Kapazität des St. Margaret's Bay-Systems durch Ablenkung des Ingram-Flusses in die Indian- und Northeast-Flüsse vor, um so 16 Mill kWh im Jahr für die Stadt Halifax gewährleisten zu können. Die Erschließung einer anderen Energiequelle von 3700 PS am Amislee-See ist wahrscheinlich, da sie für die sichere Versorgung des Sydney-Distriktes benötigt wird.

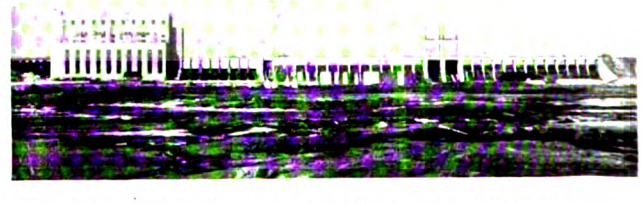


Abb. 4. Seven-Sister-Kraftwerk der Winnipeg Electric Co. kurz vor Inbetriebsetzung mit 3 Maschinensätzen von je 37 500 PS; endgültiger Ausbau 225 000 PS.

Manitoba: Die Stadt Winnipeg sandte am 1. IX. 1931 über eine 146 km lange Freileitung von 132 kV zum ersten Male Strom von ihrem neuen, an den Slave Falls gelegenen Kraftwerk zu den Verteilungstationen der Stadt. Die Erzeugung geschah durch 4 12 000 PS-Generatoren, die 50 % des endgültigen Ausbaus ausmachen. Die Northeastern Power Co., eine Sub-company der Winnipeg Electric Co., brachte bei Seven Sister eine Station von 3 37 500 PS zum Abschluß (Abb. 4). Je nach Strombedarf können 3 weitere Maschinen installiert werden, somit die Gesamtleistung auf 225 000 PS bringend.

Digitized by Google

Die Übertragungspannung beträgt 110 kV bei einer Länge von 101 km.

Von den Provinzen **New Brunswick, Alberta, Prince Edward Island** und **Yukon N.W.T.** ist außer kleinen unbedeutenden Installationen nichts Wesentliches zu berichten.

Es wären 1072 Mill RM — 1 RM = 26,01 cents (kanadisch) — notwendig, um die augenblicklich im Bau befindlichen Anlagen zur Vollendung zu bringen. Allein im Jahre 1931 wurden 421 Mill RM für den Ausbau der Wasserkraftwerke verausgabt. Eine Ermittlung der Kosten für hydroelektrische Kraft in Kanada wird in der Kapitalisierung der Industrie gefunden. Das Gesamtkapital beträgt durchschnittlich 808 RM für 1 PS primärer Kraft und 972 RM für 1 kVA der Generatorleistung.

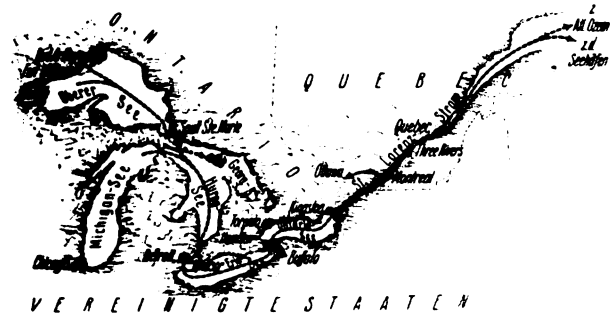


Abb. 5. Der St. Lawrence-Tiefsee-Schiffahrtsweg, dessen Ausführung die Leistung von 5 Mill PS einschließt, u. zw. 4 Mill PS auf kanadischer Seite und 1 Mill auf Seite der V. S. Amerika.

Es ist schwierig, genaue Werte für den Hausverbrauch (Licht usw.) zu geben, die folgenden Werte beruhen auf Veröffentlichungen des statistischen Büros in Ottawa 1930.

Die durchschnittliche Einnahme für 1 kWh für den Hausverbrauch in Stadt und Land betrug 8,8 Rpf, sie ist, verglichen mit der der V. S. Amerika (23 Rpf für 1 kWh) sehr gering. Der Leistungsverlust in der Leitung ist jedoch nicht berücksichtigt, Messungen ergaben, daß derselbe bis 35 % ausmachen kann bei einer Übertragungsleitung von 403 km und einem Verteilungsnetz von 298 km mit 11 Mill kWh. Die durchschnittlichen Stromkosten in ganz Kanada betragen 2,7 Rpf/kWh. Dieses gibt den besten Beweis für die Wirtschaftlichkeit, mit der Wasserkraft in Kanada erzeugt und verbraucht wird. Die Provinz Quebeck hält mit 1,9 Rpf/kWh den Rekord.

Nicht miteingeschlossen in obige Ausführungen ist die Erzeugung elektrischer Energie in der internationalen Sektion des St. Lawrence-Stromes in Verbindung mit der Schaffung eines 8,23 m tiefen Wasserweges, welcher Chicago, Michigan und all den anderen an den großen Seen gelegenen Millionenstädten eine direkte Schiffsverbindung mit Europa bringen wird. Da die Grenze der V. S. Amerika und Kanadas z. T. in der Strommitte liegt, sind beide Länder gleichviel interessiert. Ebenso wichtig wie die Schiffbarmachung des St. Lawrence-Stromes war die Frage der Beschaffung neuer Energiequellen, weil in den benachbarten V. S. Amerika ein Mangel an billiger Elektrizität sich in den letzten Jahren besonders fühlbar machte. Dieser Umstand trug hauptsächlich dazu bei, daß die Verhandlungen zwischen den V. S. Amerika und Kanada mit der Unterzeichnung eines Vertrages am 18. VII. v. J. in New York endeten. Die Ausführung des St. Lawrence-Projektes (Abb. 5) wird auf 3064 Mill RM veranschlagt, wovon etwa 1800 Mill RM auf den wasserbaulichen Teil entfallen und 256 Mill RM auf den Bau der Wasserkraftwerke auf kanadischer Seite. Die Dämme für den Wasserbau ermöglichen die Erzeugung bedeutender elektrischer Energie. 50 % der gesamten Kraft innerhalb des internationalen Gebietes des Flusses wird in kanadischen Kraftwerken erzeugt werden. Dieser Teil des Stromes liegt in Ontario. Die Hydro Electric Power Commission dieser Provinz übernimmt den Bau zweier Kraftwerke, eines bei der Barnhart-Insel, das andere bei der Crysler-Insel, sie sichert sich so etwa 0,9 ··· 1 Mill PS. Ferner sieht der Vertrag vor, daß die Ausbeutung etwaiger neuer künstlicher Wasserzuflüsse zu den großen Seen ausschließlich dem Lande zufällt, auf dessen Gebiet der Strom liegt. Dieser Vorbehalt hat besonders Bezug auf den Abfluß von 120 m³/s des Ogoki-Flusses in das Nipigon-Bassin und weiter in die großen Seen, wodurch der Provinz Ontario weitere 447 100 PS erschlossen werden, so daß deren gesamter Anteil sich auf rd. 1½ Mill PS beläuft (s. Zahlentafel 2).

Zahlentafel 2. Erschlossene Wasserkraft durch den Ogoki, Abfluß bei 0,9 Wirkungsgrad und 60% Belastung.

	Internationales Gewässer PS	kanadisches Gewässer PS
Nipigon-Fluß (Ontario)	—	170 000
St. Mary-Fluß (Ontario)	12 500	—
Niagara-Fluß (Ontario)	208 000	—
St. Lawrence-Fluß (Ontario) . .	56 600	—
St. Lawrence-Fluß (Quebec) . .	—	73 300
Total	277 100	243 300

Die Provinz Quebeck wird die Nutznießung von 3 Mill PS haben, die jederzeit zur Verfügung stehen werden, ohne irgendwelche Konflikte mit dem St. Lawrence-Tiefwasserweg zu schaffen. Allein 2 Mill PS werden hiervon in dem unweit Montreal gelegenen Beauhanois-Kraftwerk erzeugt, dieses umfaßt etwa 40 % der gesamten nützlich zu machenden elektrischen Energie. Die Inbetriebnahme dieser Station erfolgte am 1. X. v. J. mit 4 Maschinensätzen von insgesamt 195 400 kVA. Ein beträchtlicher Teil dieser Leistung ist vertraglich der Montreal Light Heat and Power Company zur Versorgung von Montreal und Umgebung gesichert. Durch diese neue Kraftquelle wurde die Schließung der beiden Kraftwerke genannter Firma in Chambly und Lachine notwendig, da dieselben im Vergleich zu Beauhanois nicht mehr wirtschaftlich arbeiten konnten. Es ist jedoch beabsichtigt, das Lachine-Kraftwerk durch ein neues zu ersetzen, weil bei Ausführung des St. Lawrence-Projektes 1 Mill PS bei 14,63 m Gefälle in diesem Abschnitt des Flusses frei werden.

Von den 5 Mill PS, die in Verbindung mit dem Schiffahrtsweg erzeugt werden können, sind 4 Mill ausschließlich kanadisches Eigentum. Diese große Menge billiger elektrischer Energie sichert dem St. Lawrence-Gebiet mit einer Bevölkerung von 50 Mill Einwohnern einen ungeahnten Aufschwung für Handel und Industrie, denn es ist nirgends in der Welt eine derartige billige Kraft für den Verbraucher verfügbar wie hier.

Der Sofortbetrieb im Fernverkehr und das vereinigte Melde- und Fernplatz-Verfahren (CLR).

Von A. Čapek, Antwerpen.

(Schluß von S. 777.)

5. Warteschaltungen. Bei den Sofortverbindungen, welche ohne ein Vorzugsrecht bzw. ohne das Anbotverfahren herzustellen sind, muß die benutzte Fernleitung sofort wieder frei gemacht werden, falls der gerufene Teilnehmer besetzt ist. Der Anruf wird nach einigen Minuten von der VMF-Beamtin wiederholt, und die Zeit, welche für diesen ersten und gegebenenfalls auch für den zweiten Versuch verlorengeht, kommt als Leistungsverlust für die betreffende Fernleitung in Anrechnung (s. B 2).

Diese Versuche müssen nun manchmal bei überlasteten Teilnehmerleitungen mehrere Male wiederholt werden, und aus diesem Grunde werden oft Fernvermittlungsleitungen vorgeschlagen, die für den sog. Warteverkehr (parking) eingerichtet sind. Diese Warteschaltungen zeigen im Ankunftsamte selbsttätig das Freiwerden der verlangten Teilnehmerleitung, und die Verbindung kann nun in umgekehrter Richtung, also vom Ankunftsamt zum Ausgangsamt, hergestellt werden. Die Herstellung von solchen Verbindungen ist aber im Sofortverkehr nicht einfach (siehe A 5 b), und da ferner für solche Warteschaltungen ebenso wie für die Fernamtstrennung besondere Fernleitungswähler vorgesehen werden müssen, so kann man im allgemeinen eine solche Einrichtung nicht empfehlen, obwohl sie beim Warteverkehr gute Dienste leistet. Sofern aber handbetriebene Fernvermittlungsleitungen verwendet wer-

Digitized by Google

den, ist die Einrichtung von Warteschaltungen natürlich verhältnismäßig einfach und billig. Oft ist dies auch der Fall bei selbsttätigen Fernvermittlungsleitungen, sofern besondere Fernleitungswähler vorgesehen sind, die gegebenenfalls für Warteschaltung umgeändert werden können.

Schrifttum IV.

1. Kölsch, Fernamtstrennung, Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens Bd. 1, S. 382.

2. Führer, Zur Frage der Fernamtstrennung, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Bd. 20 (1931), S. 322.

6. Einfluß des VMF-Betriebes auf die Steigerung des Fernverkehrs.

Es ist wohl eine allgemein bekannte Tatsache, daß mit der Verbesserung des Betriebes auch gleich der Verkehr steigt. Der Umfang dieses Zuwachses steht nun in einem bestimmten Verhältnis zu der erzielten Beschleunigung in der Herstellung der Verbindung und ist auch je nach den örtlichen Verhältnissen verschieden.

Wenn z. B. der Verkehr in einer gegebenen Richtung in der HVSt vorher mit einer mittleren Verzögerung von 10 ··· 15 min abgewickelt wurde, kann man damit rechnen, daß die Anzahl der Gespräche nach Einführung des Sofortverkehrs um 10 ··· 12 % höher wird. Der Verkehr kann aber gegebenenfalls in kurzer Zeit um einige hundert Prozent wachsen, wenn er vorher durch irgendwelche Umstände stark gedrosselt wurde[6]. Mit dieser Verkehrsteigerung muß man jedenfalls bei der Einführung des Sofortbetriebes und bei der Ermittlung der notwendigen Leitungsbündel rechnen.

7. Einfluß des VMF-Betriebs auf dringende und annullierte Gespräche.

Die Anzahl der Fernanrufe für eine bestimmte Verkehrsrichtung wechselt je nach der Tages- und Jahreszeit, sie steigt aber und sinkt auch in ganz kurzen Zeitabständen, z. B. in 1 s, u. zw. nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Die in der üblichen Weise gezeichneten Verkehrskurven (z. B. Abb. 11) können natürlich diese verschiedenen Schwankungen nicht deutlich genug zum Ausdruck bringen und sind sogar teilweise irreführend. Eine bessere Einsicht über die Verkehrschwankungen während des Tages erhält man nur dann, wenn man denselben Verkehrsanfall in verschieden lange Abschnitte teilt (z. B. 1, 5, 15 und 30 min) und für jeden eine Verkehrskurve aufzeichnet, wie z. B. in Abb. 15.

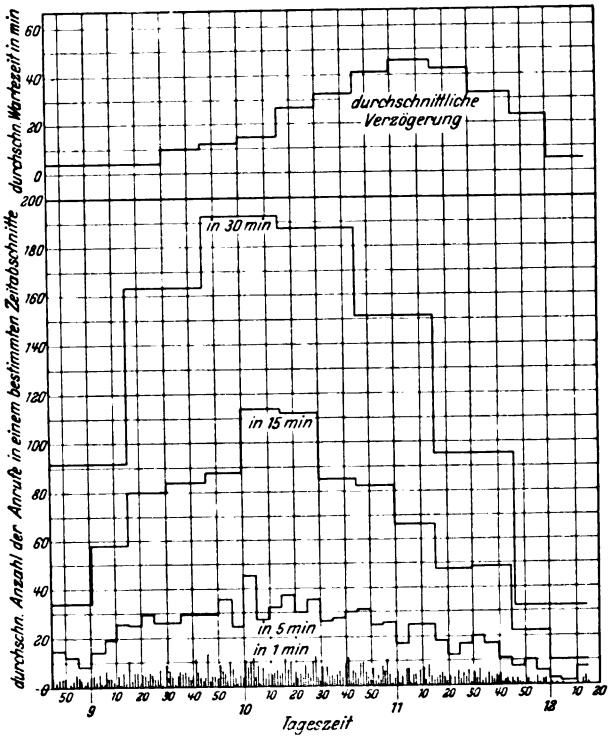


Abb. 15. Schwankende Anrufdichte, gezählt in 1, 5, 15 und 30 min mit zugehöriger Verzögerung.

Ganz anders wickelt sich aber der Verkehr ab, sobald die Anzahl der Anrufe im Verhältnis zu den verfügbaren Fernleitungen zu groß wird: Die Gespräche, die in einem bestimmten Zeitabschnitt nicht sofort hergestellt werden können, vergrößern nämlich die Anzahl der verzögerten Verbindungen des nächsten Zeitabschnittes und die Wartezeit steigt dementsprechend (Abb. 15 oben). Sobald aber die Teilnehmer erfahren, daß mit einer größeren Verzögerung zu rechnen ist, bezeichnen sie ihre Gespräche als dringend, falls solche Verbindungen zulässig sind. Dadurch wird aber eine weitere Verzögerung der übrigen nicht dringenden Verbindungen verursacht, und ein Teil der Anrufe wird außerdem annulliert.

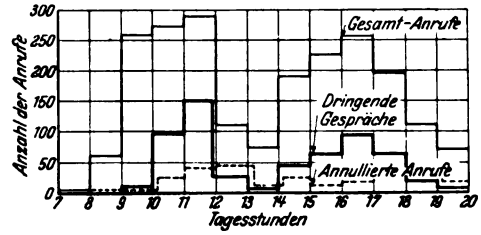


Abb. 16. Dringende und annullierte Gespräche bei leicht überlastetem Leitungszug.

Diese zunehmende Verschlechterung des Betriebes während der HVSt kann nun erst dann wieder gut gemacht werden, wenn die Anrufdichte durch Nachlassen der geschäftlichen Tätigkeit der Teilnehmer bedeutend abnimmt, also z. B. während der Mittagspause. Die Nachwirkung einer solchen Überlastung kann aber ziemlich lange in die Verkehrspause hineindauern — sozusagen mit Phasenverschiebung — und die praktische Folge davon ist, daß die Teilnehmer eigentlich durch die Telephonverwaltungen gedrängt werden, ihre Geschäftszeit entsprechend auszudehnen.

Es soll aber bei dieser Gelegenheit gleich betont werden, daß durch eine solche künstliche Drosselung des Verkehrs die Leistungsfähigkeit der betreffenden Fernleitungen nicht unbegrenzt gesteigert werden kann, weil eine beliebige Erhöhung der Anzahl der Geschäftstunden der Teilnehmer nicht möglich ist und weil ferner die Einsenkungen der Verkehrskurve während der Mittagstunden oft nicht sehr groß sind.

Es ist nun leicht erklärlich, daß die Schaulinien für die dringenden und besonders für die verzögerten und annullierten Gespräche ähnlich verlaufen wie die Tageslastkurve, u. zw. mit der erwähnten Phasenverschiebung — alle drei als Ausdruck eines überlasteten Linienzuges. Die Abb. 16 zeigt nun auch ein Beispiel für die Abhängigkeit der Anzahl der dringenden und annullierten Anrufe von der Tagesverkehrskurve, u. zw. für einen leicht überlasteten Linienzug von 40 abgehenden Leitungen.

Bei einer Erweiterung des wartezeitlosen Verkehrs geht natürlich die Anzahl der dringenden und annullierten Gespräche stark herunter, und für die Verwaltungen bedeutet dies auf der einen Seite einen Gebührenausfall, auf der anderen einen Gebührenzuwachs. Der Gebührenausfall, der durch Verminderung der dringenden Gespräche hervorgerufen wird, bildet jedenfalls kein Hindernis für die Verbesserung des Fernbetriebes. Er ist nämlich jetzt schon zu unbedeutend (oft nur ½ %) und kann anderseits durch das Steigen des Verkehrs und durch den Ausfall der annullierten Anrufe wettgemacht werden. Eine vollständige Abschaffung der dringenden Anrufe kann man aber doch nicht befürworten, obwohl mit deren weiterer Verringerung sicher zu rechnen ist. Ein solches Vorzugsrecht kann nämlich auch in Zukunft in Ausnahmefällen gute Dienste leisten — z. B. bei langen Einzelfernleitungen und bei verwickelten Durchgangsverbindungen.

8. Bedarf an Melde- und Fernvermittlungsleitungen in VMF-Ämtern.

In den Fernämtern der alten Bauart werden verhältnismäßig wenige und billige Meldeleitungen gebraucht, weil die Ferngespräche über Fernvermittlungsleitungen abgewickelt werden. In den VMF-Ämtern ist es nun anders: Man kann annehmen, daß in europäischen Fernämtern im Mittel etwa ¾ des abgehenden Verkehrs wartezeitlos über die Meldeleitungen hergestellt werden können, so daß die Zahl dieser Absatzwege entsprechend erhöht werden muß, wobei aber gleichzeitig mit einem erhöhten Apparatbedarf und demnach auch mit höheren Kosten

[6] Siehe z. B. die Verkehrskurven für Rumänien auf S. 182 der Electr. Communic. 1932, H. 4.

Digitized by Google

jeder einzelnen Leitung zu rechnen ist. Nur der restliche Verkehr, die Warteverbindungen, welche im Durchschnitt etwa ¼ des Abgangsverkehrs betragen können, und dazu alle ankommenden Verbindungen müssen in den VMF-Ämtern über Fernvermittlungsleitungen abgewickelt werden (s. A 4).

Sowohl Melde- als auch Fernvermittlungsleitungen sollen aber in den VMF-Ämtern überhaupt recht reichlich vorgesehen werden, besonders in solchen Fällen, in welchen die Ferngespräche kein Vorzugsrecht genießen. Die VMF-Beamtinnen dürfen den rufenden Teilnehmer unter solchen Umständen, wie erwähnt, bis zu 10 min über die Meldeleitung halten, falls die Verbindung zum erstenmal nicht geglückt ist (siehe unter A 5), und ein Vorausbesetzen der rufenden Leitung über die Fernvermittlungsleitung ist in ähnlicher Weise bei der Vorbereitung einer Warteverbindung unerläßlich. Dadurch wächst aber der Bedarf an solchen Leitungen, und ein Sparen an diesen Absatzwegen wäre deshalb jedenfalls nicht angebracht.

9. Der VMF-Betrieb auf zwischenstaatlichen Fernleitungen.

Solche Leitungen sind nur im Grenzverkehr kurz, sonst aber in der Regel lang, und die zwischenstaatlichen Verbindungen selbst werden bis jetzt ausschließlich im Wartebetrieb abgewickelt. Ein Sofortverkehr auf diesen Leitungen ist nämlich oft mit Rücksicht auf die sprachlichen Schwierigkeiten überhaupt nicht möglich, weil beim VMF-Betrieb alle VMF-Beamtinnen Zugang zu allen Fernleitungen haben müssen. Es gibt aber dennoch zahlreiche Staatengruppen, in welchen dieselbe Sprache von allen Beamtinnen gesprochen wird — wie z. B. Deutschland mit Österreich und der Schweiz, oder Frankreich mit Belgien und der Schweiz, oder Holland mit einem Teil von Belgien, ebenso wie auch die skandinavischen Länder mit Dänemark. Für den zwischenstaatlichen Verkehr können aber die Leitungen selbst für Fernwahl eingerichtet werden, wodurch diese Schwierigkeiten stark vermindert werden können. Es bleibt in solchem Falle nur übrig, eine einfache Verrechnungsart der entfallenden Gesprächsgebühren durch internationale Vereinbarungen festzulegen.

Jedenfalls wird in Zukunft auch ein bedeutender Teil des Auslandsverkehrs wartezeitlos abgewickelt werden können, und der VMF-Betrieb wird auch hier gute Dienste leisten. Sonst gilt aber in dieser Hinsicht eine Beschränkung für lange Einzelfernleitungen, so wie es unter B 2 auseinandergelegt wurde.

10. Vorbereitung einer zweiten Verbindung im VMF-Amte.

Die bestehenden europäischen Fernämter mit gesondertem MF-Betrieb sind oft in einer solchen Weise eingerichtet, daß die Fernbeamtinnen eine besetzte Fernleitung für ein zweites Gespräch (Durchgangsgespräch) belegen können, u. zw. in der Weise, daß die betreffende Fernleitung nach Freiwerden entweder gleich selbsttätig an das vorbereitende Schnurpaar angeschaltet wird oder so, daß dieses Freiwerden nur an die vorbereitende Beamtin selbsttätig übermittelt wird. In beiden Fällen erscheint aber in dieser Art der Vorbereitung ein besonderes Signal an demjenigen Arbeitsplatz, an welchem die verlangte Fernleitung besetzt gehalten wird, als Aufforderung zur unverzüglichen Trennung nach Schluß des Gesprächs. In einem VMF-Amte ist natürlich wenig Bedürfnis für solche Vorbereitungsmöglichkeiten. Diese Einrichtungen könnten aber für dringende Verbindungen und besonders in Verbindung mit langen überlasteten Einzelfernleitungen gute Dienste leisten.

11. Fernwahl in VMF-Ämtern.

Wenn die Abgangs-Fernbeamtin die Möglichkeit hat, den verlangten Teilnehmer selbst und ohne Mithilfe der entfernten Ankunftsbeamtin heranzuholen, so bildet dies natürlich eine wichtige Erleichterung und Beschleunigung in der Abwicklung des Fernverkehrs, nicht nur beim Vorbereitungsverfahren, sondern noch mehr beim Sofortverkehr.

Die Fernwahl ermöglicht nämlich eine ortsamtsmäßige Herstellung einer Fernverbindung durch eine einzige Beamtin, u. zw. nicht nur im unmittelbaren, sondern gegebenenfalls auch im mittelbaren Verkehr, sofern die Nummernscheibe im Durchgangsbetrieb auch zum Aussuchen einer freien Fernleitung im entfernten Amte benutzt wird. Beim stärkeren Verkehr und in größeren Fernämtern wird natürlich die Wählscheibe mit Vorteil durch Relaiszahlengeber ersetzt. Für den Wahlvorgang selbst kann dabei entweder Gleichstrom oder Wechselstrom verschiedener Frequenz in der sonst üblichen Weise verwendet werden.

12. Serienfernanrufe in VMF-Ämtern.

Von den großen Geschäftshäusern und Banken wird oft eine größere Anzahl von Ferngesprächen auf einmal angemeldet, besonders wenn mit größeren Verzögerungen gerechnet werden muß. Die Abwicklung solcher Verbindungen ist nun in einem Fernamte mit gesondertem MF-Betrieb mit Schwierigkeiten verbunden, weil der rufende Teilnehmer nachher oft zur selben Zeit für mehrere Verkehrsrichtungen verlangt wird — falls nicht besondere Maßnahmen getroffen werden —, so daß unerwünschte Betriebstauungen eintreten müssen.

Die wartezeitlose Abwicklung des Verkehrs in einem VMF-Amte bringt hier eine nicht zu unterschätzende Abhilfe, weil der rufende Teilnehmer eine weitere Verbindung erst nach der Erledigung des vorhergehenden Anrufes zu verlangen braucht, und weil er ferner nebenbei die richtige Reihenfolge der Abwicklung selbst festlegen kann. Es bleibt wohl noch immerhin eine gewisse Anzahl der Serienanmeldungen übrig, welche später, d. h. mit Wartezeit, erledigt werden müssen, die VMF-Betriebsweise schafft aber jedenfalls den größten Teil der Schwierigkeiten ab.

13. Fernverbindungen mit bestimmten Personen oder für eine bestimmte Zeit und solche mit Voranmeldung im VMF-Verkehr.

Gespräche mit bestimmten Personen sind in Amerika seit Jahren sehr beliebt, in Europa aber bis jetzt nur in einigen Staaten zulässig. Sie werden hauptsächlich dort verlangt, wo es sich um lange Fernverbindungen handelt. Sonst sind am Kontinent auch Gespräche mit Voranmeldung bzw. zu einem bestimmten Zeitpunkt erlaubt, wobei der verlangte Teilnehmer zur Bereitstellung vorher aufgefordert wird. Beide Arten der Verbindungen sind zuschlagspflichtig, weil eine Sonderleistung der Verwaltung vorliegt.

Für ein Gespräch mit Voranmeldung bzw. für eine bestimmte Zeit muß die Verbindung eigentlich zweimal hintereinander ausgeführt werden: zuerst für die Voranmeldung und nachher für das tatsächliche Gespräch. Bei den Sofortverbindungen mit bestimmter Person ist es nun zulässig, den Anmelder so lange mit dem Hörer am Ohr warten zu lassen, bis sich die verlangte Person gemeldet hat — falls die Wartezeit nicht zu lang wird — oder bis die Beamtin in Erfahrung gebracht hat, daß diese Person z. Z. nicht erreichbar ist. Sonst wird der Versuch später wiederholt. Beide Arten von Verbindungen stellen weiter keine neuen Aufgaben an die VMF-Betriebsweise. Nur bei Unregelmäßigkeiten in der Herstellung wird es ausnahmsweise notwendig, die Verbindung in der umgekehrten Richtung, vom Bestimmungsamt abgehend, auszuführen. In diesem Falle gibt die VMF-Beamtin an das entfernte Amt ihre eigene Platznummer an, und die Verbindung wird über einen ankommenden Platz zurückgeleitet, wie es unter A 5 beschrieben wurde.

14. Direkte Fernamt-Teilnehmerleitungen in VMF-Ämtern.

Solche Leitungen dienen ausschließlich zur Abwicklung von Fernverbindungen für Vielsprecher und sind zu diesem Zwecke in derselben Weise an den Plätzen auf Anruf gelegt wie die Meldeleitungen. Sie stehen aber auch den Fernbeamtinnen für Fernvermittlungszwecke zur Verfügung. Der rufende Teilnehmer kann also über diese Leitungen unmittelbar mit der Meldebeamtin verbunden werden, und die Fernbeamtin kann die Fernleitung mit einer solchen Teilnehmerleitung zusammenschalten, ohne daß sie dabei über das Ortsamt zu gehen braucht. Die wartezeitlose Abwicklung des Fernverkehrs macht nun diese Leitungen mehr und mehr überflüssig, und man wird sie in Zukunft mit Vorteil zu den übrigen Leitungen des Teilnehmers zuschlagen. Dies ist um so mehr zu empfehlen, als dadurch der ganze Fernverkehr vereinheitlicht wird. Eine Ausnahme wird man wohl nur dort machen müssen, wo die Fern- und Ortsleitungen von verschiedenen Verwaltungen betrieben werden.

15. Einwirkung des VMF-Betriebes auf halböffentliche Sprechstellen.

Wenn die Gäste in teilweise überwachten Sprechstellen, z. B. in kleineren Wirtschaften, selbst die VMF-Plätze ansteuern können, sind sie auch in der Lage, selbst

Digitized by Google

eine Sofortverbindung ohne Wissen der Inhaber dieser Stellen zu erhalten und können gegebenenfalls nachher nur für ein Ortsgespräch bezahlen.

Bei Verbindungen mit Wartezeit ist ein solcher Vorgang natürlich nicht leicht möglich, weil der Anmelder nach einer unbestimmten Zeit vom Fernamt aus zurückgerufen wird, so daß der Geschäftsinhaber erfahren kann, daß eine Fernverbindung verlangt wurde, für deren Kosten er aufkommen muß. In einem VMF-Amte, in welchem die Fernverbindungen gleich über die Meldeleitungen hergestellt werden, müssen dagegen besondere Vorkehrungen getroffen werden, damit die erwähnten Übervorteilungen der Inhaber von halböffentlichen Sprechstellen unmöglich gemacht werden. Dies kann nun auf zweierlei Art gemacht werden:

a) Alle derartigen Teilnehmer erhalten beim Fernanruf Zugang zu einer besonderen Gruppe von Meldeleitungen, und die VMF-Beamtinnen lassen solche Anmelder, die über diesen Weg herankommen, den Hörer vorerst aufhängen, um sie von neuem über eine Fernvermittlungsleitung heranzuholen. Bei solchen Teilnehmern sind in diesem Falle die Wecker von den Sprechstellen getrennt angebracht, damit der Rückruf den Inhaber selbst und nicht den Anmelder erreicht.

b) Die Sprechstellen, welche den Gästen und Besuchern des Teilnehmers unterschiedslos zugänglich sind, erhalten keine Wählscheiben, und der Wahlvorgang für alle Arten von Verbindungen wird von dem Inhaber dieser Stelle selbst vorgenommen, u. zw. von einem anderen Apparat aus.

16. Gesprächsblattverteilung in VMF-Ämtern.

Es ist schon vorher erwähnt worden, daß die Gesamtzahl der weiterzuleitenden Gesprächszettel in VMF-Ämtern bedeutend kleiner ist als in solchen für gesonderten MF-Verkehr, weil ein großer Teil der Verbindungen gleich an den VMF-Plätzen erledigt werden kann. Für die Fernleitungsbündel, die während des ganzen Tages schnellverkehrsmäßig betrieben werden, fällt die Zettelverteilung natürlich überhaupt fort; sie wird sonst nur zur Weiterleitung der Gesprächsblätter an die Ort-zu-Ort-Plätze benötigt. In großen Ämtern muß dann unter Umständen eine Rohrpost für diesen Zweck errichtet werden, besonders wenn es sich um langgestreckte Räume handelt. Für die VMF-Ämter mittleren Umfangs kann man natürlich in der Regel vor der Errichtung einer solchen kostspieligen Anlage überhaupt Abstand nehmen und die Gesprächsblätter durch besondere Laufboten verteilen lassen.

17. Klinkenumschalter zum Umlegen der Fernleitungen in VMF-Ämtern.

Der Verkehr auf einer bestimmten Fernleitung bzw. auf einer Gruppe von Leitungen kann sich während des Tages plötzlich ändern, entweder durch irgendwelche unvorhergesehenen Ereignisse, wie z. B. Unglücksfälle, oder wegen örtlicher Steigerung der geschäftlichen Tätigkeit bei der Abhaltung von Messen, Ausstellungen usw. Es können aber auch andere Unregelmäßigkeiten vorkommen: Fernleitungen können gestört werden, so daß der Verkehr umgeleitet werden muß, oder eine Anzahl von Leitungen muß für einige Stunden an die Börse geliehen werden.

Es ist nun in allen diesen Fällen sehr bequem, wenn eine Fernleitung leicht von einem Ort-zu-Ort-Platz auf einen andern für Abfragezwecke umgelegt werden kann. Für solche rasch auszuführende und sich oft wiederholende Umschaltungen kann natürlich eine Umlötung am Verteiler nicht in Betracht kommen. In Europa werden daher für diesen Zweck besondere Schränke verwendet, sog. Klinkenumschalter (transfer boards), die aber, nebenbei bemerkt, manchmal als Fernleitungs-Prüfschränke mitbenutzt werden. An diesen Schränken können die Fernleitungen mit Hilfe von losen Stöpselschnüren auf eine freie Abfrageklinke und Lampe eines beliebigen Fernplatzes jederzeit umgelegt werden. Solche Umschalter können auch in VMF-Ämtern gute Dienste leisten, aber natürlich nur für denjenigen Teil der Fernleitungen, welcher an den Ort-zu-den-Ort-Plätzen bedient werden muß.

18. Betriebszusammenlegung in VMF-Ämtern.

Die Fernanrufdichte wechselt je nach der Tagesstunde, und die Anzahl der beschäftigten Beamtinnen muß dieser wechselnden Verkehrstärke richtig angepaßt werden. In jedem Fernamtsystem soll es demnach möglich sein, den Betrieb stufenweise zusammenzulegen, sobald die Anzahl der Gespräche zurückgeht.

Die VMF- und die Ankunftsplätze selbst bilden nun in der Regel eine gemeinsame Gruppe, und alle Beamtinnen haben freien Zugang zu allen Melde- bzw. Fernleitungen. Es ist deswegen möglich, die einzelnen Plätze den Verkehrschwankungen entsprechend zu besetzen oder zu verlassen, ohne daß irgendwelche besondere Vorkehrungen vorgesehen werden müssen. Dasselbe gilt auch von den Warteplätzen in den VMF-Ämtern amerikanischer Abart.

Anders ist es aber an den Ort-zu-Ort-Plätzen: In diesem Falle müssen Maßnahmen zwecks Zusammenziehung der Arbeitskräfte getroffen werden, u. zw. in der sonst üblichen Weise: Es können z. B. 2 ··· 3 Nachbarplätze von einer Beamtin bedient werden, oder der ganze Ort-zu-Ort-Betrieb kann mit Hilfe von zusätzlichen Einrichtungen auf eine geringe Anzahl von Plätzen zusammengezogen werden. Dieselben Leitungen können auch schließlich von den VMF- und den Ankunftsplätzen bedient werden, und dies gilt besonders für die europäischen VMF-Ämter. Im allgemeinen brauchen demnach in den VMF-Ämtern besondere Zusammenfassungs-Einrichtungen nur für einen geringen Teil der Fernleitungen vorgesehen werden.

Schlußwort.

Nach dem, was hier über die Beschleunigung des Fernverkehrs und über die Einwirkungen der VMF-Betriebsweise gesagt wurde, kann man sich nun auch schon ein ziemlich klares Bild über die voraussichtliche Entwicklung des Fernverkehrs in den nächsten Jahren machen. Kurzgefaßt ist das Zukunftsbild bzw. das wünschenswerte Ziel folgendes:

1. Man kann mit Sicherheit mit einer wachsenden Steigerung des wartezeitlosen Verkehrs rechnen, besonders mit Rücksicht darauf, daß in den VMF-Ämtern der Sofortverkehr billiger oder wenigstens nicht teuerer wird als der Warteverkehr, sofern man den Verkehr über lange Bündel mit einer kleinen Anzahl von Fernleitungen ausscheidet. Als ein vorläufig gestecktes Ziel können dabei 75 % sofort hergestellte Verbindungen zugrunde gelegt werden, wobei aber weitere 10 ··· 15 % der Teilnehmer gleich benachrichtigt werden können, daß ihr Wunsch aus irgendeinem Grunde vorläufig nicht ausführbar ist (wegen „besetzt“ usw.).

2. Hand in Hand mit dieser Entwicklung kann man natürlich auch eine weitere Verringerung der Anzahl von Beamtinnen erwarten, die zur Herstellung einer Fernverbindung benötigt werden. Als Endziel ist im Hand-Fernbetrieb eine Beamtin zu betrachten, welche die Fernverbindung ortsamtsmäßig, also ohne Mithilfe von Ankunfts-, Durchgangs-, Fernvermittlungs- bzw. Nummernprüf-Beamtinnen selbst herstellen kann. Zu diesem Zwecke ist aber die Mehrfachzählung über die Meldeleitung allgemein zu verwenden sowie auch die Fernwahl, die ferner zum Zusammenschalten von Fernleitungen für Durchgangsverbindungen mit Vorteil mitbenutzt werden kann.

3. Gleichzeitig muß aber auch mit einer weiteren Ausbreitung des Selbstwählsystems für den Nahverkehr und gegebenenfalls auch für den Mittelweit-Fernverkehr gerechnet werden, besonders in gut entwickelten und telephonisch gut gesättigten Gebieten.

Es ist nun selbstverständlich, daß die Selbstwahl zum Teil als ein Konkurrenzsystem des VMF-Betriebes auftritt, es ist aber wünschenswert, daß beide Betriebsarten je nach den gegebenen Verhältnissen und vorhandenen Fernleitungsnetzen gefördert werden. Vorläufig kann man noch nicht sagen, für welche Längen der Leitungen und für welche Dichte des Fernverkehrs das eine oder das andere System billiger ist. Diese Streitfrage kann erst später entschieden werden, sobald nämlich beide Betriebssysteme ihre volle Entwicklung erreicht haben. Jedenfalls liegt auf diesem Gebiete noch genug interessante und dankbare Arbeit für alle Fernsprechtechniker, u. zw. für Jahrzehnte, vor.

Digitized by Google

Leitfähigkeits- und Verlustwinkelmessungen an Papierkondensatoren bei zusätzlicher Belastung mit Hochfrequenzströmen.

(Mitteilung aus dem Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung, Berlin.)

Von W. Fehr und W. Hubmann, Berlin.

Übersicht. Bei handelsüblichen Papierkondensatoren wird der Einfluß einer zusätzlichen Belastung mit Hochfrequenzströmen auf Durchschlagfestigkeit, Isolationsvermögen bei anliegender Betriebsgleichspannung sowie auf dielektrische Verluste bei niederfrequenter Betriebspannung (50 Hz) untersucht. Die beobachteten Änderungen lassen sich auf Grund von Wärmewirkungen der Hochfrequenzströme erklären. Bei der Beurteilung der Versuchsergebnisse im Hinblick auf die Verwendbarkeit derartiger Kondensatoren in Hochfrequenz-Störschutzanordnungen ist zu berücksichtigen, daß die Hochfrequenzbelastung bei den hier beschriebenen Versuchen ein Vielfaches der normalen Betriebsbelastung betrug.

Bei der Verwendung von Papierkondensatoren in den zahlreichen bekannten Anordnungen zur Beseitigung hochfrequenter Störungen taucht die Frage auf, ob und in welchem Maße der Störschutzkondensator, der zur Ableitung der hochfrequenten Störschwingungen dient, in seinen elektrischen Eigenschaften durch die Hochfrequenzströme beeinflußt wird, und welche Grenzen dadurch gegebenenfalls der Verwendung einzelner Typen in dem jeweils vorliegenden Falle gesetzt sind, oder wie der Kondensator mit Rücksicht auf die zusätzliche Hochfrequenzbelastung bemessen werden muß.

Die einwandfreie physikalische Untersuchung der Vorgänge im Dielektrikum ist infolge der Mannigfaltigkeit der Zustandsgrößen, die das Verhalten des Kondensators im praktischen Betriebe bestimmen, etwas verwickelt. Insbesondere sind eindeutige quantitative Zusammenhänge zwischen den in Betracht kommenden Größen: Kapazität, Isolationsvermögen bzw. Leitfähigkeit, Verlustwinkel, Amplitude und Frequenz der angelegten Spannung, Restladung, Temperatur und chemische Eigenschaften des Dielektrikums nur teilweise angebbar und der Messung zugänglich. Ferner spielt bekanntlich bei allen Vorgängen im Dielektrikum die Dauer der im Betriebe oder beim Versuch auftretenden Einwirkung eine wesentliche Rolle. Für die in der vorliegenden Arbeit zur Aufgabe gestellte Untersuchung der Eigenschaften von Papierkondensatoren für den Fall, daß außer der angelegten Betriebspannung Hochfrequenzströme den Kondensator durchfließen, stehen vom Standpunkt der elektrischen Meßtechnik grundsätzlich zwei Untersuchungsverfahren zur Verfügung: Gleichstrommessungen (Leitfähigkeit) und Wechselstrommessungen (Verlustwinkel).

Es wurden handelsübliche Papierkondensatoren von vier verschiedenen Herstellerfirmen geprüft. Die einzelnen Fabrikate werden im folgenden mit A, B, C, D bezeichnet. Es handelte sich nicht um ausdrücklich als Störschutzkondensatoren bezeichnete Typen, jedoch entsprechen die Werte von 0,1 und 2 µF den in der Rundfunktechnik bei Störschutzanlagen üblichen Größenordnungen. Es wurden jeweils solche Kondensatoren gleichen Versuchsbedingungen unterworfen, die nach den Listenangaben der Herstellerfirmen in bezug auf Prüf- und Betriebspannung für einen und denselben Verwendungszweck als gleichwertig anzusehen sind. In diesem Zusammenhang sei bemerkt, daß die Kennzeichnung der elektrischen Eigenschaften der Kondensatoren bei den verschiedenen Herstellerfirmen leider noch nicht nach hinreichend einheitlichen Gesichtspunkten erfolgt, so daß Vergleiche erschwert werden.

Die Untersuchungen wurden von Th. Schultes begonnen und von den Verfassern fortgesetzt. Schultes untersuchte zunächst den Einfluß hochfrequenter Ströme auf die Gleichstrom-Leitfähigkeit sowie auf die Durchschlagfestigkeit in der Weise, daß bei konstantem Hochfrequenz- (HF-) Strom die an den Kondensator angelegte Gleichspannung allmählich von Null bis zur Durchschlagspannung erhöht wurde. Die ermittelten Durchschlagspannungen wichen nicht wesentlich von denjenigen Werten ab, die sich ohne zusätzliche HF-Belastung ergaben. Dabei muß allerdings bemerkt werden, daß, um quantitativ hinreichend genaue Angaben zu erhalten, ein sehr großes statistisch auswertbares Versuchsmaterial zur Verfügung stehen muß. Im übrigen dürfte ein auf die Messung der Durchschlagfestigkeit sich beschränkendes Untersuchungsverfahren für die Praxis nicht ausreichend sein, da bei neuzeitlichen Kondensatoren die Durchschlagspannung stets ein Vielfaches der benutzten Betriebspannung beträgt.

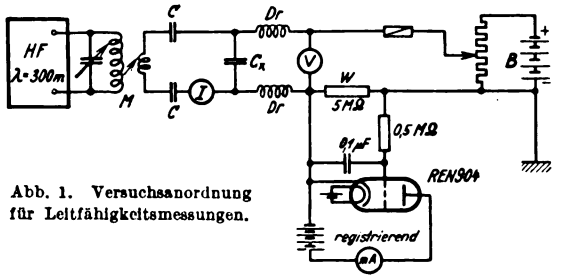


Abb. 1. Versuchsanordnung für Leitfähigkeitsmessungen.

Um ein Bild über die Gleichmäßigkeit der Kondensatoren des gleichen Typs und damit ein Urteil darüber zu erhalten, wie weit die Versuchsergebnisse an den geprüften Einzelstücken als typisch anzusprechen sind, wurde an einer größeren Anzahl von Kondensatoren zunächst die Abhängigkeit des Isolationsstromes von der angelegten Gleichspannung aufgenommen. Beispiele solcher Meßreihen (aufgenommen in der Schaltung der Abb. 1) für zwei verschiedene angelegte Gleichspannungen sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt. Auf Grund dieser Zahlenwerte wurden für die weitere Prüfung solche Kondensatoren ausgewählt, die den aus den Meßreihen ermittelten Durchschnittswerten entsprachen.

Zahlentafel 1. 2 µF-Kondensatoren; von Herstellerfirma angegebene Prüfspannung: 500 V Gleichspannung.

Typ	V	Anzeige des Anoden-Meßgeräts im Röhrengalvanometer in 10^{-4} A									
A	100	59	52	61	63	53	51	59	55	61	55
	400	8	0,3	10	59	0,8	0,5	1	0	54	21
B	100	63	61	63	60	60	63				
	400	46	18	58	7	5	50				
C	100	62	62	62	62	62	61	63	63	62	62
	400	44	45	48	36	37	28	34	34	31	28
D	100	66	67	66	64	66	67	67	66	66	
	400	53	59	57	43	52	63	63	56	64	

Für die Beurteilung des Verhaltens im praktischen Betriebe müssen die Beobachtungen sich über längere Zeit erstrecken, daher sind registrierende Meßanordnungen der im folgenden beschriebenen Art vorteilhaft. Die Dauer der einzelnen Prüfung läßt sich immerhin abkürzen durch Verschärfung der Versuchsbedingungen in der Weise, daß höhere Spannungen und Ströme angewendet werden, als sie im normalen Betriebe vorkommen. So wurden HF-Ströme bis zu 5 A verwendet, die in denjenigen Schaltungen, in denen die geprüften Kondensatortypen verwendet werden, kaum auftreten. Z. B. betragen in den in Betracht kommenden Störschutzanordnungen die HF-Ströme stets weit weniger als 1 A.

1. Leitfähigkeitsmessungen.

Die Versuchsanordnung, die grundsätzlich mit der von Schultes benutzten übereinstimmt, ist in Abb. 1 schematisch dargestellt. Der zu untersuchende Kondensator C_x liegt einerseits an der Gleichspannungsquelle B (Trockenbatterien); von einem 300 W-Röhrensender wird ihm anderseits über die veränderliche Kopplung M und die Sperrkondensatoren C (Minos-Plattenverdichter von je 10 000 cm Kapazität) der zusätzliche HF-Strom (f = 1000 kHz, λ = 300 m) zugeführt, dessen Stärke mit dem Hitzbandinstrument I gemessen wird. Auf der Gleichspannungsseite verhindern Drosselspulen Dr das Abfließen des HF-Stromes über andere Teile der Schaltung. Zur Messung des Isolationsstromes dient ein Röhrengalvanometer; ein in dessen Anodenkreis liegendes schreibendes Milliamperemeter ermöglicht die Aufzeichnung des Stromverlaufes während der Prüfung. Der Meßwiderstand W

Digitized by Google

besteht aus 5 hintereinandergeschalteten Dralowid-Polywatt-Widerständen von je 1 MΩ. Die Empfindlichkeit der Röhrengalvanometer-Anordnung hängt außer von der Größe des Meßwiderstandes W von der Steilheit der benutzten Röhre ab; eine indirekt geheizte Telefunkenröhre der Type REN 904 (Steilheit 3,5 mA/V) erwies sich als

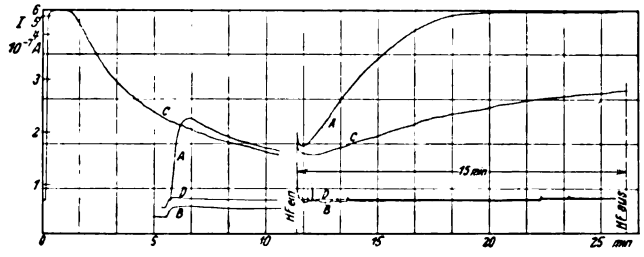


Abb. 2. Verlauf des Isolationsstromes (2 μF-Kondensatoren) bei dauernd anliegender Gleichspannung von 300 V und zusätzlicher HF-Belastung von 3 A. (Die Maßstabsverzerrung der Ordinate entspricht der Eichkurve des Röhrengalvanometers.)

sehr geeignet. Die Anordnung wurde so getroffen, daß mit wachsendem Spannungsfall an W, d. h. mit wachsendem Stromdurchgang durch den Versuchskondensator, der Ausschlag des im Anodenkreis liegenden Gerätes zurückgeht; damit ist eine Gefährdung desselben bei etwa plötzlich eintretendem Durchschlag des Prüfkondensators vermieden.

Abb. 2 zeigt, nach den aufgenommenen Registrierstreifen umgezeichnet, die Versuchsergebnisse einer Prüfreihe von vier Kondensatoren A, B, C, D von je 2 μF Kapazität. An den Kondensatoren lag während der gesamten Versuchsdauer eine Gleichspannung von 300 V; gemessen wurde der hierdurch verursachte Isolationsstrom in Abhängigkeit von der Zeit. Sobald nach dem Einschaltstoß ein Dauerwert erreicht war, wurde eine zusätzliche HF-Belastung von 3 A auf den Kondensator gegeben, die etwa 15 min dauerte. Der Verlauf des Isolationsstromes während dieser Zeit und während des darauf folgenden Abkühlungsvorganges zeigte bei den verschiedenen Fabrikaten z. T. größenordnungsmäßig verschiedene Werte.

Bei den Typen B und D ergab sich praktisch keine Beeinflussung des Isolationsvermögens.

Der Kondensator C zeigte während der HF-Belastung eine geradlinige Zunahme des Stromes, danach erfolgt ein glattes, stetiges Sinken auf den Anfangswert innerhalb von 25 min. (Die registrierten Abklingkurven sind in Abb. 2 nicht gezeichnet; ihr Verlauf ist im allgemeinen qualitativ der gleiche wie in Abb. 8.) Bemerkenswert ist, daß eine Gleichspannungsprüfung desselben Kondensators, die 16 h später vorgenommen wurde, einen geringeren Isolationsstrom ergab als vor der HF-Belastung ermittelt worden war.

Der Kondensator A zeigt bereits vor der HF-Belastung einen 2½mal größeren Gleichstrom; bei HF-Belastung sinkt die Isolationsfähigkeit außerordentlich schnell, wobei gewisse Bestandteile des Dielektrikums sich verflüssigen. Die ebenfalls 16 h später vorgenommene Gleichspannungsprüfung ergab denselben Isolationswert wie vor dem HF-Versuch; eine nachhaltige Schädigung des Isolationsvermögens war also nicht eingetreten. An einem anderen Stück dieses Fabrikates wurde beobachtet, daß der ursprüngliche Isolationswert nach einer derartigen HF-Belastung erst nach 8 h, also viel langsamer als etwa bei der Type C erreicht wird.

Abb. 3 zeigt einen interessanten Stromverlauf des Abklingvorganges nach der HF-Belastung an einem A-Kondensator, der im Gegensatz steht zu dem glatten Verlauf der Abklingkurven bei anderen Kondensatortypen.

Zur Klärung der Frage, in welchem Umfange die Änderung des Isolationsvermögens bei HF-Belastung auf die durch die dielektrischen Verluste verursachte Erwärmung im Innern des Kondensators zurückzuführen ist, wurden die Kondensatoren einer anderen Prüfreihe durch äußere Wärmezufuhr im Ölbad erwärmt. Ebenso wie bei den Versuchen mit HF-Strom betrug die angelegte Gleichspannung 300 V. Die Wärmezufuhr dauerte 10 min, die erreichte Höchsttemperatur des Ölbades betrug etwa 60 ° C.

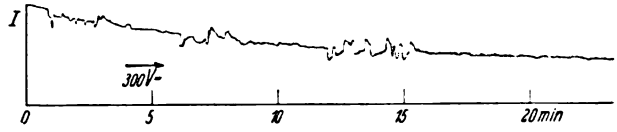


Abb. 3. Abklingvorgang nach HF-Belastung an einem Kondensator der Type A.

Abb. 4 zeigt die zusammengestellten Meßergebnisse. Ein Vergleich mit Abb. 2 zeigt, daß der Stromanstieg bei äußerer Wärmezufuhr ganz ähnlich erfolgt wie bei Belastung mit HF-Strom; auch die Reihenfolge der Fabrikate, wenn man sie nach der Güte des Isolationsvermögens einordnet, ist in beiden Fällen dieselbe: B, D, C, A. Der Kondensator B zeigt bei steigender Temperatur zunächst 9 min lang einen nur ganz langsamen Anstieg des Stromes, erst während der 10. Minute erfolgt ein steiler Stromanstieg. Bei den anderen Kondensatoren geht der Stromanstieg ungefähr parallel mit dem Temperaturanstieg.

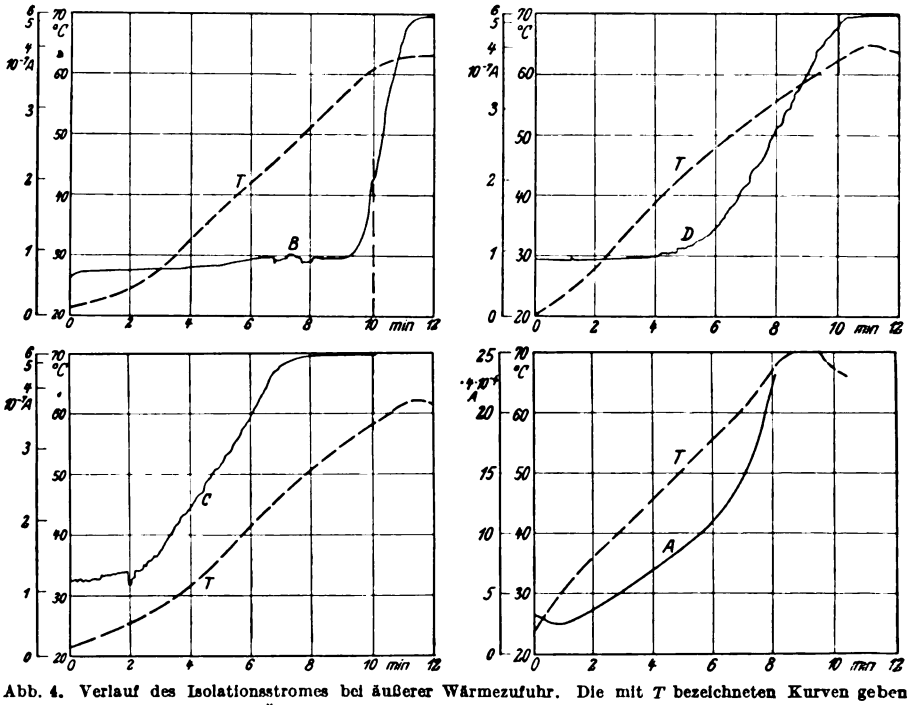


Abb. 4. Verlauf des Isolationsstromes bei äußerer Wärmezufuhr. Die mit T bezeichneten Kurven geben die Temperatur des Ölbades an. (Man beachte den Ordinatenmaßstab der Kurve A.)

In hier nicht gezeigten Meßstreifen wurde festgestellt, daß das Sinken des Stromes bei Abkühlung nur im Falle B ganz glatt erfolgte, während alle anderen Typen einen z. T. sehr stark schwankenden Verlauf der Stromkurven für den Abkühlungsvorgang aufweisen, ein Zeichen dafür, daß infolge der Erwärmung erhebliche Änderungen in der Struktur des Dielektrikums (teilweise Verflüssigung) eingetreten sind.

Die oben über den Stromanstieg verzeichnete Beobachtung, nach der der Kondensator B starke Unterschiede gegenüber den anderen Fabrikaten aufwies, geht auch aus den Registrierkurven für zwei Kondensatoren B und D in Abb. 5 hervor. Bei HF-Belastung wird ein bestimmter Gleichstromwert ($5 \cdot 10^{-7}$ A) im Kondensator B erst nach 580 s erreicht, während derselbe Wert z. B. im Kondensator D schon nach 280 s aufgezeichnet wird.

Es wurde nun noch die bei HF-Belastung im Innern des Kondensators sich einstellende Temperatur gemessen; dazu wurde ein besonders angefertigtes Thermo-

Digitized by Google

element benutzt. Das Blechgehäuse der zu untersuchenden Kondensatoren wurde unmittelbar vor der Messung geöffnet und die in einer Glaskapillare befindliche Lötstelle des Thermoelementes in das Dielektrikum eingeführt; die andere Lötstelle des Thermoelementes wurde auf konstanter Temperatur (z. B. 0 °) gehalten.

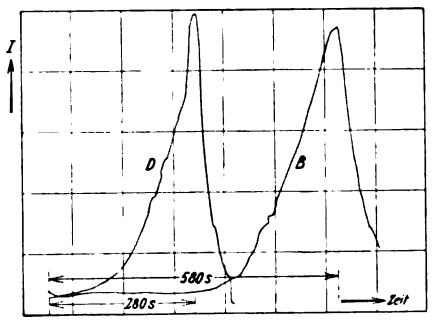


Abb. 5. Versuch mit 300 V$_{=}$ und 3 A HF. Der Stromwert $5 \cdot 10^{-7}$ A wird im Kondensator D nach 280 s, im Kondensator B erst nach 580 s erreicht.

Abb. 6 zeigt den Temperaturanstieg während einer 15 min dauernden Belastung mit 5 A HF-Strom. Ein Vergleich dieser Kurven mit den in Abb. 2 und 4 dargestellten Ergebnissen läßt erkennen, daß die B- und D-Kondensatoren, die nach den obigen Untersuchungen quantitativ praktisch annähernd gleiches Verhalten zeigen, beträchtlich voneinander abweichende Temperaturkurven aufweisen.

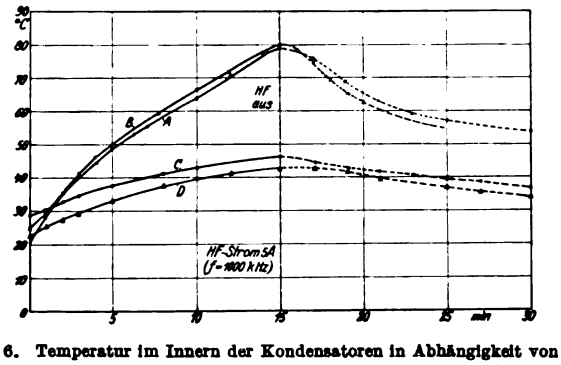


Abb. 6. Temperatur im Innern der Kondensatoren in Abhängigkeit von der Belastungszeit; 2 µF-Kondensatoren; 300 V$_{=}$, 5 A HF.

Abb. 7 zeigt zwei Temperaturkurven für zwei verschiedene HF-Stromstärken, 4 und 5 A.

In Abb. 8 ist der Meßstreifen für einen besonders hochwertigen Kondensatorwickel ohne Blechgehäuse wiedergegeben. Als Prüfspannung ist von der Herstellerfirma 1500 V$_{\sim}$ angegeben. Während der Prüfung mit 5 A HF-Strom lag an dem Kondensator eine Gleichspannung von 420 V. Nach 15 min nähert sich die Temperatur einem Grenzwert von etwa 60 °, und der Strom stellt sich auf etwa $5 \cdot 10^{-7}$ A ein. Bereits 5 min nach dem Ausschalten des HF-Stromes ist der ursprüngliche Isolationsstrom wieder erreicht. Im Dauerbetrieb dürfte für diesen Kondensator eine Temperatur von 40 ° C noch durchaus zulässig sein.

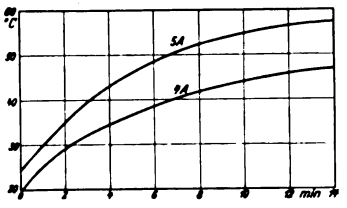


Abb. 7. Temperatur im Innern des Kondensators bei verschiedenen HF-Strömen.

Das Ergebnis sämtlicher hier beschriebenen Prüfungen der Isolationsfestigkeit berechtigt zu dem Schluß, daß — jedenfalls soweit technische Abmessungen und Meßgenauigkeiten in Betracht gezogen werden — alle beobachteten Änderungen des Isolationsvermögens bei zusätzlicher Belastung der Kondensatoren mit hochfrequenten Strömen auf Wärmewirkungen dieser Ströme im Dielektrikum zurückgeführt werden können.

2. Verlustwinkelmessungen.

Versuchsanordnung

Die Messung des Verlustwinkels erfolgte wie üblich in einer Brücke (Abb. 9). Um eine gleichzeitige Belastung mit Hochfrequenz zu ermöglichen, wird ein Brückenzweig (*1*) in eine weitere Brücke aufgelöst derart, daß in der einen Diagonale die Niederfrequenzbrücke, in der anderen der Hochfrequenzgenerator eingeschaltet wird (Abb. 9). In der Niederfrequenzbrücke wird die Kapazität durch die beiden Verhältniswiderstände R_3 und R_4 (veränderlich), die Phase durch den Widerstand R_2 in einer Reihe zum Kondensator C_2 (Glimmerkondensator) abgeglichen. Die Hochfrequenzbrücke besteht aus zwei Kapazitäts- und zwei Spulenzweigen. Die Kondensatoren sind hinsichtlich der Hochfrequenz in Reihe, parallel zu den Spulen, hinsichtlich der Niederfrequenz parallel, in Reihe mit den Spulen geschaltet. Ist diese Brücke in sich abgeglichen, so fließt keine Hochfrequenz in die Niederfrequenzbrücke. Um die Hochfrequenz wirksam ohne eine umständliche Feinabgleichung abzuriegeln, wird vor die Hochfrequenzbrücke in den Brückenarm noch eine Drossel *Dr* geschaltet. (Der in die Niederfrequenzbrücke übergehende Hochfrequenzstrom beträgt im Mittel etwa 10 mA.) Die Hochfrequenzleitung ist durch zwei Blockkondensatoren *c* von je 10 000 cm gegen die Niederfrequenz blockiert. Als Nullinstrument dient ein Vibrationsgalvanometer mit elektrischer Abstimmung. Durch möglichst getrennten Aufbau der Zweige und geeignete Leitungsführung wird eine Beeinflussung der Brücke durch Streufelder vermieden.

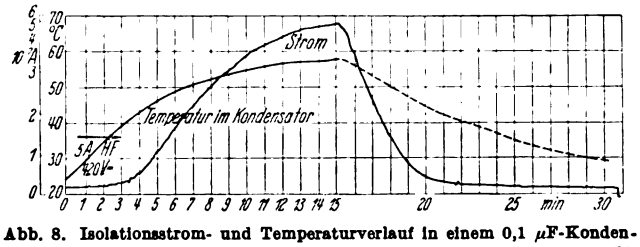


Abb. 8. Isolationsstrom- und Temperaturverlauf in einem 0,1 µF-Kondensator (Prüfspannung 1500 V$_{\sim}$); anliegende Gleichspannung 420 V, 5 A HF.

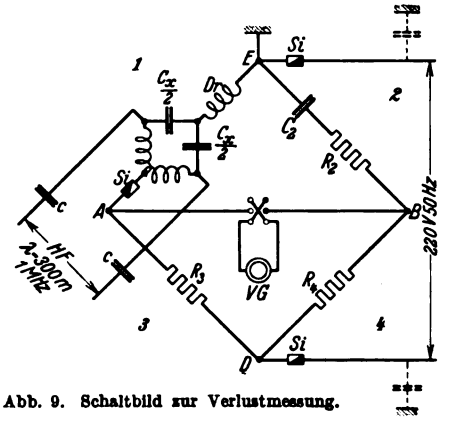


Abb. 9. Schaltbild zur Verlustmessung.

Die Niederfrequenzspannung (220 V, 50 Hz) wird von einer Maschine, die Hochfrequenz von einem 500 W-Sender (1 MHz, $\lambda = 300$ m) geliefert. Die Brücke wird im Punkte *E* geerdet, wodurch die Erdkapazitäten der Maschinenleitung unschädlich gemacht und auch hinsichtlich der Hochfrequenz eine günstige Spannungsverteilung erzielt wird.

Bei abgeglichener Brücke gilt[1], solange tg δ klein ist,

$$\operatorname{tg}\,\delta_{c_1} = \left(R_2 - r\frac{R_4}{R_3}\right)\omega\,C_2 + (\varphi_3 - \varphi_4) + \delta_2$$
$$\approx (R_2 - r\,R_4/R_3)\,\omega\,C_2,$$

wobei r die Ohmschen Widerstände im Zweige *1*, $\varphi_3 - \varphi_4$ den Phasenfehler der Widerstände R_4 und R_3, δ_2 den Verlustwinkel des Vergleichskondensators bedeuten. Außerdem gilt

$$C_1 = C_x = C_2\,R_4/R_3.$$

[1] $\varphi_3 - \varphi_4$ ist zu vernachlässigen, da $< 0{,}005$ °/$_0$, δ_2 ist bei allen Messungen konstant, daher nicht berücksichtigt; außerdem ist δ_2 viel kleiner als δ_1.

Digitized by Google

Bei der gleichzeitigen Belastung mit Hochfrequenz wurden von den 0,1 µF je zwei (parallel), von den 2 µF je vier Kondensatoren (je zwei parallel und in Reihe mit Rücksicht auf die Strom- und Widerstandsverhältnisse) in die Brücke geschaltet, so daß jede Messung bereits eine Art Mittelwert liefert. Die Kondensatorspannung bei 50 Hz betrug bei den 2 µF-Wickeln rd. 110 V, bei 0,1 µF je 220 V. Der Hochfrequenzstrom war stets 3 A. Die Kondensatoren nahmen also eine Niederfrequenzleistung von 1,4 bzw. 7 W, eine Hochfrequenzleistung von 15 bzw. 0,75 W auf. In der Regel wurden Zeitkurven über eine Stunde unter Hochfrequenzbelastung und im Anschluß daran der Erholungsvorgang aufgenommen.

Ergebnisse

Eine Übersicht über die gleichzeitige Einwirkung der Hochfrequenz auf Kapazität und Verluste gibt die Zahlentafel 2. Die verschiedenen Typen verhalten sich quali-

Zahlentafel 2. Verlauf der NF-Verluste und -Kapazität von Papierkondensatoren bei zusätzlicher Hochfrequenzbelastung [3 A].

	A	B	C	D
	2 µF, 500 V⎓			
Verluste (tg δ) in Prozenten				
vorher . . . . . %	0,87	0,55	1,0	0,41
nach 60 min . . %	1,89	0,45*	1,1	0,39
Kapazitätsänderung nach 60 min . . %	+ 2,6	— 1,6*	+ 0,52	± 0*
Verlauf [Verluste] %	Stufe bei 10′ tg δ = 0,95	stetig —	max. n. 30′ tg δ = 1,13	stetig —
Grenzwert	kein	nach 10′	nach 50′	nach 15′
Rückbildung	30′	30′	30′	—
	0,1 µF, 700 V⎓			
Verluste				
vorher . . . . . %	0,84	—	1,29	0,75
nach 60 min . . %	0,96	—	2,39	1,34
Kapazitätsänderung nach 60 min . . . %	+ 1,06	—	+ 3,74	+ 0,45
Verlauf [Verluste] %	stetig	—	stetig	max. nach 30′ tg δ = 1,53
Grenzwert.	50′	—	kein	kein (tg δ fällt)
Rückbildung	10′	—	1 ··· 2 h	20′

* nach 20 min.

tativ und quantitativ sehr verschieden. Die Verluste bewegen sich (ohne HF) zwischen 0,5 und 1 %. Die Gleichmäßigkeit hinsichtlich Kapazität und Verluste ist bei allen Typen ungefähr die gleiche.

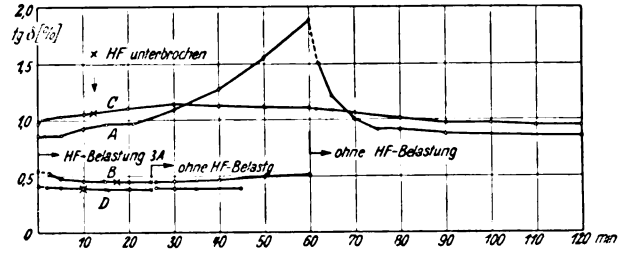


Abb. 10. Verluste von 2 µF-Kondensatoren bei NF (50 Hz) und zusätzlicher HF-Belastung.

Die Niederfrequenz allein genügt auch bei erhöhter Spannung nicht, um eine nennenswerte Änderung der Verluste herbeizuführen. Dagegen tritt bei Belastung mit Hochfrequenz eine beträchtliche Erwärmung der Kondensatoren ein. Parallel zu den damit verbundenen Änderungen des Verlustwinkels gehen stets Kapazitätsänderungen, die im allgemeinen gleichsinnig, jedoch um ein bis zwei Zehnerpotenzen kleiner sind. Das aus den Gleichstrommessungen gewonnene Bild, daß ein zusätzlicher Hochfrequenzstrom im wesentlichen durch thermische Einflüsse sich auswirkt, bleibt auch hier erhalten. Dies geht insbesondere auch daraus hervor, daß die Verlustwerte sich bei kurzzeitiger Abschaltung der HF (Kreuze in Abb. 10) nicht ändern.

Kondensatoren 2 µF, 500 V Prüfspannung (Abb. 10). — Typ D zeigt praktisch keine Änderung der Verluste, obgleich auch hier eine gewisse Erwärmung wahrzunehmen ist. Bestimmend ist eben nicht allein die absolute Größe der Verluste, sondern auch das Verhalten gegenüber thermischen Einflüssen. Dies tritt deutlich beim Typ B in Erscheinung: Die Verluste, größer als bei D, fallen während der Hochfrequenzbelastung merklich ab und steigen nachher wieder auf den alten Wert an. Auffallend ist hierbei eine starke Kapazitätsänderung. Hohe Anfangsverluste bewirken beim Typ A eine sehr starke Erwärmung der Kondensatoren, verbunden mit einem immer steileren Anstieg des Verlustwinkels, so daß es fraglich erscheint, ob hierbei noch ein Gleichgewichtszustand erreicht wird. Ein verhältnismäßig stabiles Verhalten zeigt Typ C, obgleich hier die Anfangsverluste am höchsten liegen. Eine bleibende Verschlechterung ist bei keinem Kondensator zu beobachten: Nach 30 ··· 60 min sind die alten Werte wieder erreicht.

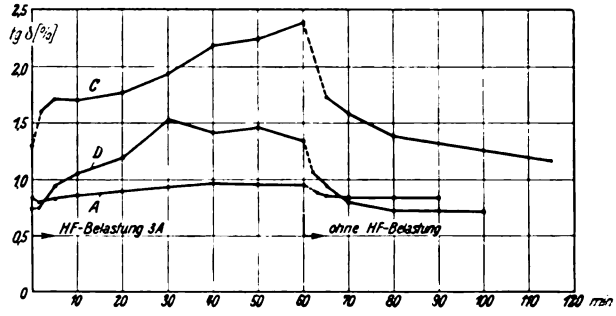


Abb. 11. Verluste von 0,1 µF-Kondensatoren bei NF (50 Hz) und zusätzlicher HF-Belastung.

Kondensatoren 0,1 µF, 700 V Prüfspannung (Abb. 11). — Qualitativ ergibt sich hier dasselbe Bild wie bei den 2 µF-Kondensatoren; doch ist die Reihenfolge der einzelnen Typen geändert. Typ D zeigt hier, obwohl die Ausgangswerte am kleinsten sind, eine verhältnismäßig starke Erhöhung der Verluste. Ebenso steigen bei Typ C die Verluste, die bereits vor der Hochfrequenzbelastung ziemlich hoch liegen, während des Versuches erheblich an. Dagegen verhält sich in dieser Versuchsreihe A sehr stabil. Nach Beendigung der Hochfrequenzbelastung erholen sich A und D sehr schnell, bei C ist der Abfall mäßiger, aber lang anhaltend, so daß gegenüber den Anfangswerten sogar eine Verbesserung festzustellen ist.

3. Zusammenfassung.

Ein Vergleich der Verlustkurven mit dem Verhalten bei Gleichspannung zeigt, daß geringe Gleichstrom-Leitfähigkeit und niedrige dielektrische Verluste sich entsprechen (Typ B und D). Sehr starker Anstieg des Isolationsstromes bei zusätzlicher Hochfrequenz bedeutet auch beträchtliche Zunahme der Verluste (Typ A). Dabei ist zu beachten, daß die Änderungen des Verlustwinkels im allgemeinen wesentlich kleiner sind als die zugehörigen Änderungen des Isolationsstromes.

Von den vier Fabrikaten ergibt Typ B das günstigste Bild. Dies geht sowohl aus den Gleichstrommessungen (Abb. 2) und den Temperaturbeobachtungen (Abb. 4 u. 6) als auch aus den Verlustwinkelmessungen hervor (Abb. 10). Trotz starker Erwärmung (auf über 60 ° C) bleibt der Isolationsstrom unter $5 \cdot 10^{-7}$ A, der Verlustwinkel fällt sogar etwas ab. Insgesamt lassen sich die 2 µF-Kondensatoren hinsichtlich der Güte (Isolation, Verlustwinkel) in die Reihe B, D, C, A ordnen. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß die äußeren Abmessungen sowie die Stärke des Dielektrikums bei den verschiedenen Typen z. T. wesentlich voneinander abweichen.

Digitized by Google

Erweitertes Betriebsdiagramm für Kraftübertragungen.

Von O. Burger, Wilhelmshorst.

Übersicht. Es wird ein Betriebsdiagramm gegeben, aus dem die zuzuführenden Wirk- und Blindleistungen bei gegebenen Werten am Ende der Übertragungsleitung zu ersehen sind. Die Konstruktion ist denkbar einfach. Es kann die Leitungskapazität berücksichtigt werden. Ebenso kann es für variable Streckenlängen angewendet werden.

Für die Berechnungen und Untersuchungen von Wechselstrom-Übertragungen hat sich das kombinierte Übertragungsdiagramm, auch Betriebsdiagramm genannt, in der Form, wie es sich aus dem ursprünglichen Diagramm von Baum[1] entwickelt hat, immer mehr eingeführt. Daß man in einem Diagramm durch entsprechend angeordnete parallele Linien Ortskurven für konstante Leistungen erhält, hatte bereits Görges 1900 gefunden[2]. Er bezeichnete diese Linien als Leistungslinien. In diesen Diagrammen[3] werden auf konstruktiv einfachste Weise aus der konstanten Anfangs- oder Endpannung, den Ohmschen und induktiven Spannungsabfällen, gegebenenfalls bei längeren Leitungen aus den kapazitiven Einflüssen, folgende Größen dargestellt: Spannungsänderungen bei verschiedenen Wirk- und Blindlasten, Leistungsfaktoren, Ströme usw. in der Leitung, am Anfang und am Ende der Leitung. Die Diagramme zeigen nun wohl für gegebene Werte am Anfang oder Ende der Leitung die entsprechenden Werte am anderen Ende der Leitung an, nicht aber beide zugleich als Kurven oder als korrespondierende Skalenwerte[4]. Die Amerikaner[5] verfuhren vielfach in der Weise, daß sie ein Doppeldiagramm aufstellten, nach links ein solches für konstante Spannung und gegebene Leistungen in Form eines Karosystems und nach rechts ein Diagramm zur Bestimmung der zuzuführenden Leistung unter Benutzung des gleichen Karosystems. Mit einem solchen Doppeldiagramm kann man, wenn auch nur beschwerlich, für Einzelwerte den Wirk- und Blindverlust der Leitung bestimmen. — Es sind auch direkte Verlust- und Wirkungsgraddiagramme entwickelt worden[6 7], die sich aber nicht eingeführt haben, weil sie nicht einfach genug sind. Einfacher werden die Verhältnisse, wenn man das rechte Diagramm um 180° dreht und nunmehr aus der Differenz der Wirklast am Ende und Wirkleistung am Anfang der Leitung den Verlust in einfachster konstruktiver Weise bestimmt[8].

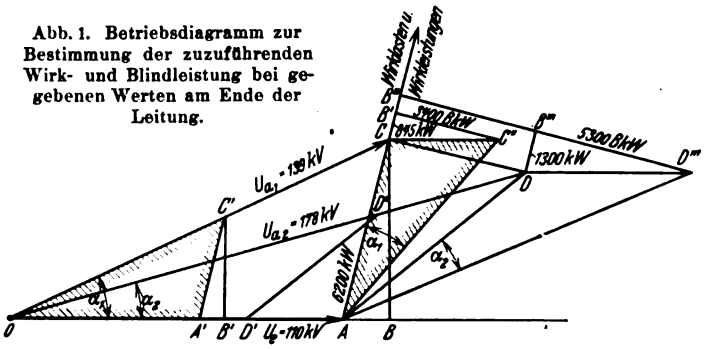
Ohne näher auf diese Darstellungsweise und andere[7] einzugehen, wollen wir ein einfaches und sehr leicht konstruierbares Diagramm für aufgenommene und abgegebene Leistung entwickeln. Wir gehen dabei von der Überlegung aus, daß der Wirkverlust einer Übertragungsleitung proportional dem Ohmschen Spannungsabfall ist. Man hat bekanntlich für eine Wirklast ($\cos\varphi = 1$) den Wirkverlust: $V = i_w^2\, r$ oder, da der Ohmsche Spannungsabfall u gleich $i_w r$ ist, $V = u\, i_w$. Die Leistung aber ist W gleich $i_w U$, demnach ist das Verhältnis des Ohmschen Spannungsabfalls zur Endspannung gleich dem des Wirkverlustes zur Wirkleistung $\frac{V_w}{W} = \frac{u_r}{U}$. Ebenso besteht Proportionalität zwischen der erforderlichen Blindleistung zur Bildung des magnetischen Feldes der Leitung zur Wirkleistung, d. h. es ist

$$\frac{V_B}{W} = \frac{u_s}{U}.$$

Zeichnen wir jetzt das Diagramm Abb. 1. Es stellen OA die Endspannung U_e, OC die Anfangsspannung U_a und AC den Spannungsabfall iz dar, der auch bei geeignetem Maßstab die Größe der Wirkleistung darstellt. Wir tragen sie auf OA von O aus als Strecke OA' ab und ziehen durch A' eine Parallele zu AC. Fällen wir nunmehr von dem Schnittpunkt C' ein Lot auf OA, so erhalten wir mit den Strecken $A'B'$ und $B'C'$ die für die Beförderung der Last OA' durch die Leitung erforderlichen Wirk- und Blindleistungen.

An sich hätte man damit bereits das gewünschte Ergebnis. Es ist aber übersichtlicher, wenn man das Dreieck $OA'C'$ an AC als Dreieck ACC'' anträgt. Zu bemerken ist, daß die Linie CC'', die für die Leitung erforderliche Scheinleistung, parallel zu OA verläuft. Man kann demnach, wenn die Leistungstrecke AC mit einer Leistungskala versehen wird, durch parallele Linien zu OA für die einzelnen Skalenpunkte geometrische Ortslinien für die zuzuführenden Leistungen gewinnen. Durch Auftragen der jedem Belastungspunkt entsprechenden Winkel α der Spannungsvektoren U_a und U_e an AC wird die zweite Bestimmungslinie gewonnen: AC''. Der Schnittpunkt C'' ergibt als am Anfang der Leitung zuzuführende Scheinleistung $N_{sa} = AC''$ mit den beiden Wirk- und Blindkomponenten AB' und $B'C''$. In gleicher Weise be-

Abb. 1. Betriebsdiagramm zur Bestimmung der zuzuführenden Wirk- und Blindleistung bei gegebenen Werten am Ende der Leitung.



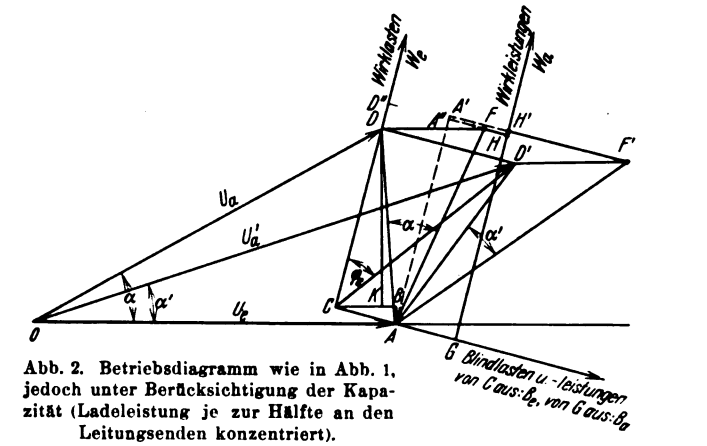


Abb. 2. Betriebsdiagramm wie in Abb. 1, jedoch unter Berücksichtigung der Kapazität (Ladeleistung je zur Hälfte an den Leitungsenden konzentriert).

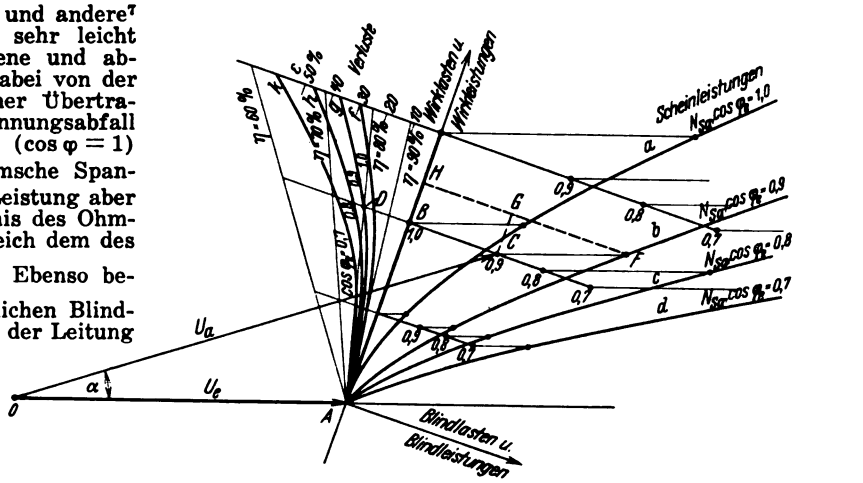


Abb. 3. Betriebsdiagramm, ergänzt durch Kurven der zuzuführenden Scheinleistungen und Wirkungsgrade bzw. Verluste.

[1] F. G. Baum, An alternating current calculating device, Stanford University, Cal. 1903.
[2] Görges, ETZ 1900, S. 188.
[3] O. Burger, ETZ 1925, S. 1289.
[4] O. Burger, Siemens-Z. cos φ - Heft 1921, S. 65 u. 74.
[5] Evans and Sels, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. 1924 Febr. und Electr. J. 1921 und 1922. Nesbit, Electrical Characteristics 1926, S. 151.
[6] Nesbit, wie Fußnote 5, S. 153 und Grünholz, ETZ 1927, S. 1869.
[7] Schwaiger, Elektr. Wirtsch. 1931, S. 489 und Hintze, ETZ 1932, S. 53.
[8] O. Burger, Drehstromkraftübertragungen, S. 156. Verlag Julius Springer, Berlin 1931.

Digitized by Google

stimmt man die Anfangsleistung, wenn der Leistungsfaktor kleiner als Eins ist. In diesem Falle sei beispielsweise für den durch D charakterisierten Lastpunkt mit der Wirklastkomponente AC und der Blindlastkomponente CD die Anfangspannung $U_{a_1} = OD$. Der Spannungsvektorenwinkel ist α_2. Wir tragen AD auf OA als Strecke OD' auf und ziehen die Parallele $D'D''$ zu AD, tragen den Winkel α_2 an AD an. Wir machen nunmehr $AD''' = OD''$. AD''' ist die zuzuführende Scheinleistung mit der Wirkleistungskomponente AB'' und der Blindleistungskomponente $B''D'''$. Von letzterer geht zum Abnehmer der Betrag $B''B''' = CD$, der Rest $B'''D'''$ ist für die Leitung notwendig.

Bei längeren Leitungen muß man die kapazitiven Einflüsse berücksichtigen. In gleich einfacher Weise wie vorher erhält man die zuzuführenden Leistungen, wie dies aus dem Diagramm Abb. 2 ersichtlich ist. Zu dem der Wirklast proportionalen Spannungsabfalldreieck CBD kommt das Dreieck ABC hinzu, das die am Ende der Leitung konzentrierte halbe Ladeleistung verursacht. Als Ursprung der anzutragenden Leistungsdreiecke ADF und $AD'F'$ dient der Punkt A, der für die Leitungsströme AD und AD' gilt. Es ist der Verbraucherstrom plus dem halben Ladestrom, der für Verlustbestimmung auf der Leitung zu wählen ist. Wir haben in diesem Diagramm zwei Wirkachsen CD für die abgenommenen Lasten und GH für die zuzuführenden Leistungen. Für die Last CD ist die Scheinleistung gleich GF, zusammengesetzt aus der Wirkleistung GH und der Blindleistung HF. Durch die am Anfang der Leitung konzentriert angenommene zweite halbe Ladeleistung erhält man die Blindleistung $A''H - A''F = FH$, ebenso im zweiten Fall statt der Blindleistung $A'F'$ nur $H'F'$, weil $A'H'$ von der Leitung geliefert wird.

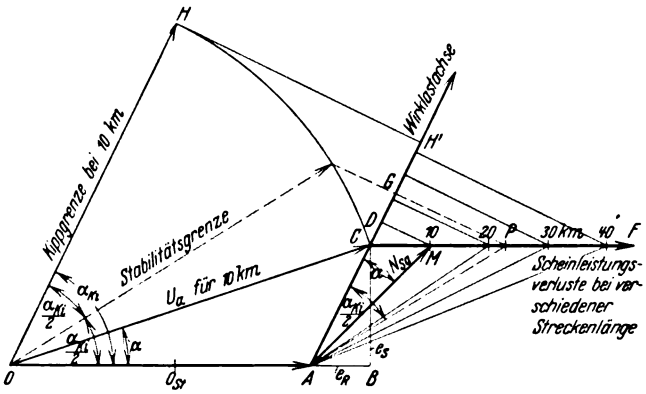


Abb. 4. Betriebsdiagramm für verschiedene Streckenlängen, mit Angabe der Stabilitätsgrenze.

Die Konstruktion des Dreiecks ABC kann nach den Angaben von Rosseck[9] ausgeführt werden, wenn man weitere Serienwiderstände, Drossel, Transformatoren, Serienkondensatoren berücksichtigen will. Serienkondensatoren heben die durch die Induktivitäten der Leitung verursachten induktiven Spannungsabfälle wieder auf, so daß bei vollständiger Kompensierung nur Ohmsche Spannungsabfälle zu berücksichtigen sind. Es ist aber infolge der spannungerhöhenden Wirkung der meist am Ende der Leitung befindlichen Serienkondensatoren besser, diese vom Diagramm abzutrennen und für sie ein besonderes Diagramm aufzustellen[10].

Um nun ein Diagramm der Lasten und entsprechenden Leistungen und der Verluste zu erhalten, ergänzen wir unser Diagramm Abb. 1 so, wie es in Abb. 3 dargestellt ist, durch Kurvenscharen a, b, c, d für zuzuführende Scheinleistungen bei verschiedenen Leistungsfaktoren $\cos\varphi_e = 1{,}0$, 0,9 usw. und Verlustkurven k, h, g, f für die gleichen Leistungsfaktoren. Die Konstruktion ist wie ersichtlich sehr einfach (nur solche finden in der Praxis Anklang). Es sind außer dem Ohmschen und induktiven Spannungsabfall für die Normallast keine weiteren Daten erforderlich.

Die Verlustkurven sind über Wirkungsgradstrahlen gezeichnet, so daß man für jeden Lastpunkt den zugehörigen Verlust und Wirkungsgrad ersehen kann. Z. B. ist bei der Belastung $W_e = AB$ und $B_e = BC$ die zuzuführende Spannung $OC = U_a$. Der Wirkverlust ist $V_W = BH = BD$, der Blindverlust $V_B = GF$. Der Wirkungsgrad beträgt $\eta = 80\,\%$.

[9] Rosseck, Elektro-J. Bd. 7 (1927), S. 33.
[10] Hintze, ETZ 1932, S. 797. Rziha u. Seidener, Starkstromtechnik Bd. II (1931), S. 128.

Die Wirkverluste, multipliziert mit der Tangente des Impedanzwinkels, ergeben die Blindverluste (Blindleistungen erforderlich zur Bildung der magnetischen Felder der Leitung). Man kann selbstverständlich die Diagramme für numerische Werte aufstellen. Man setzt beispielsweise die konstante Spannung am Ende der Leitung gleich 100 % und ebenso die Normallast gleich 100 %. Ein Bezug auf die Kurzschlußleistung bietet für praktische Berechnungen keine Vorteile.

Es ist ersichtlich, daß die einzige Größe, die bekannt sein muß, der Wert $\operatorname{tg}\gamma = \frac{\omega l}{r}$ ist, um ein Übertragungsdiagramm ohne Kapazitätsberücksichtigung zu konstruieren. Man kann demnach sich für die üblichen Impedanzwinkel je ein Diagramm aufstellen, um damit für alle vorkommenden Fälle die Resultate ohne weiteres ablesen zu können. Den Ohmschen Spannungsabfall begrenzt man zweckmäßigerweise auf etwa 20 % der Endspannung. Darüber wird man wohl selten hinauskommen.

Das Diagramm eignet sich auch gut zur Darstellung der Spannungs- und Lastverhältnisse bei veränderlicher Streckenlänge. Da die Verluste proportional der Streckenlänge wachsen, kann man, wie Abb. 4 zeigt, auf CF die Scheinleistungsverluste abhängig von der Entfernung auftragen. Auch zur Untersuchung der Stabilitätsverhältnisse bei gekuppelten Kraftwerken dient das Diagramm. Bekanntlich stellt AH' die Kippgrenzenleistung dar. $\sphericalangle HOA = \alpha_{ki}$ ist der Kippwinkel. Stabil bleibt der Betrieb bei $\alpha_{ki}/2$ oder der Last AG. Bleibt die Last, so kann man anderseits auch ersehen, daß ein stabiler Betrieb der durch das Diagramm gekennzeichneten Verhältnisse bis zu 23 km Entfernung möglich ist, $\sphericalangle CAP = \alpha_{ki}$ 2. Das Spannungsdiagramm reduziert sich derart, daß $O_{ST}A = 100\,\%$ der Normalspannung ist und $\sphericalangle CO_{ST}A$ ebenfalls $\alpha_{ki}/2$ wird.

Durch die oben angeführten Überlegungen ist gezeigt, daß das Diagramm die vielfach erwünschte Ausdehnung auf veränderliche Streckenlängen erhalten hat. Bei Berücksichtigung der Kapazität werden die Verhältnisse verwickelter, und ich behalte mir vor, in einem besonderen Aufsatz darauf zurückzukommen.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 335.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden dem System $\boxed{131}$ folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht.

Zusatz zu System $\boxed{131}$, die Formen J6t, J6Et, J6tmk, J6Etmk, TJ6t, TJ6Et, UJ6t und UJ6Et, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der **Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft** in Berlin.

Berlin-Charlottenburg, den 20. April 1933.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
In Vertretung:
Kösters.

Beschreibung.

Zusatz zu System $\boxed{131}$,

die Formen J6t, J6Et, J6tmk, J6Etmk, TJ6t, TJ6Et, UJ6t und UJ6Et, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 326 vom 13. XII. 1932 (ETZ 1933, Heft 12) zur Beglaubigung zugelassenen, mit einer Vorrichtung zur Feineinstellung der Bremskraft des Magneten versehenen Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom der Formen J6ft, J6Eft, J6ftmk, J6Eftmk, TJ6ft, TJ6Eft, UJ6ft und UJ6Eft werden auch ohne diese Vorrichtung unter den Formzeichen J6t, J6Et, J6tmk, J6Etmk, TJ6t, TJ6Et, UJ6t und UJ6Et hergestellt. Sie können für die gleichen Meßbereiche wie die Zähler mit Feineinstellung beglaubigt werden.

[1] Reichsministerialblatt 1933, S. 232.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Elektrohydraulisches Gerät „Eldro". — Arbeitsvorgänge verschiedener Art, welche eine geradlinige Bewegung bedingen, können durch das elektrohydraulische Gerät „Eldro" verrichtet werden (Abb. 1). „Eldro" stellt eine neue Anwendung der elektrisch angetriebenen Flüssigkeitspumpe dar, bei welcher die Drehbewegung des Motors hydraulisch in eine geradlinige Hubbewegung umgesetzt wird. Es besteht im wesentlichen aus einem mit einer Druckflüssigkeit, z. B. Öl, gefüllten stehenden Zylinder, in dem ein Kolben geführt wird, und einem Elektromotor, der über eine Welle das Flügelrad einer Flüssigkeitspumpe antreibt (Abb. 2). Dieses Flügelrad ist im

Zeichenerklärung zu Abb. 2:

1 Zylinderdeckel
2 Antriebsmotor
3 Motorwelle
4 Antriebswelle
5 Kugellager
6 Flügelrad
7 Verbindungsöffnung
8 Kanal
9 Kolben
10 Gehäuse
a Öleinguß
b Ölüberlauf
c Ölablaß
d Ölspiegel

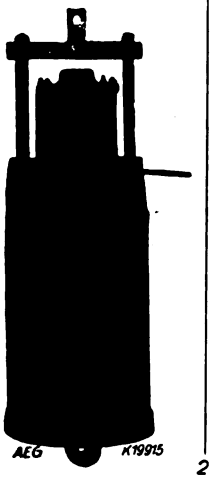


Abb. 1. Elektrohydraulisches Gerät „Eldro".

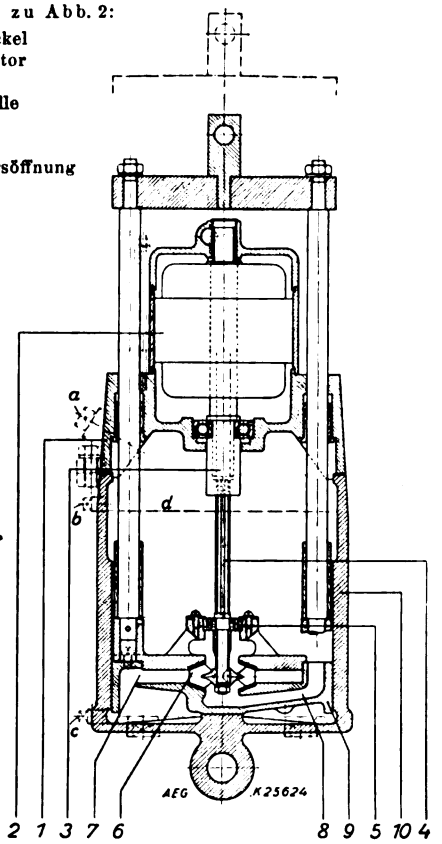


Abb. 2. Längsschnitt des „Eldro"-Gerätes.

Kolben gelagert und steht mit dem Zylinderraum oberhalb und unterhalb des Kolbens in Verbindung. Nach Einschalten des Motors wird das Flügelrad der Pumpe in Umdrehung gesetzt und fördert so die Druckflüssigkeit aus dem oberhalb des Kolbens liegenden Zylinderraum nach dem unter dem Kolben liegenden Raum. Das mit hoher Drehzahl laufende Flügelrad erzeugt einen Flüssigkeitsüberdruck auf die untere Kolbenfläche, so daß der Kolben nach oben in Bewegung gesetzt wird. Bei Stillsetzen des Motors tritt zwischen den Räumen oberhalb und unterhalb des Kolbens ein Druckausgleich auf, so daß der Kolben schnell in seine Ausgangstellung zurücksinkt. Gleichzeitig strömt die Druckflüssigkeit wieder in den oberen Zylinderraum durch die Kanäle bis zur Spiegelhöhe der Ausgangstellung. Zwei an dem Kolben befestigte Stahlbolzen, die im Zylinderdeckel parallel geführt und außen durch ein Querstück verbunden sind, übertragen die Hubarbeit des Kolbens. Die resultierende Kräftewirkung erfolgt nach oben drückend. Das Gerät arbeitet sanft und geräuschlos. Von den vielen Anwendungsmöglichkeiten des elektrodynamischen Gerätes „Eldro" sind in erster Reihe zu nennen:

1. Ersetzung der menschlichen Arbeit an fuß- oder handbetätigten Maschinen durch mechanische Arbeit,
2. Anwendung bei Maschinen, die durch Druckluft mit Kolben und Zylindern betätigt werden und lange und verzweigte Rohreitungen erfordern,
3. Betätigung von Bremseinrichtungen aller Art,
4. Anordnung an Werkzeugmaschinen zum Spannen der Werkstücke,
5. Betätigung kleinerer Pressen in der Metall-, Kartonnagen- und keramischen Industrie usw.

Die Ausführung dieses von der AEG hergestellten Gerätes erfolgt für Drehstrom 110/220/380 V und für Gleichstrom 220 und 440 V. (A. Dörfel, AEG-Mitt. 1931, S. 95.) *Sb.*

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Schwierigkeiten in Torfkraftwerken der UdSSR. — Besonders charakteristisch für die Elektrizitätswerke der UdSSR. ist die verhältnismäßig große Zahl von Überland-Kraftwerken, welche Torf als Brennmaterial verwerten. Die großen Kraftwerke Nigress (204 000 kW), Schatura (136 000 kW), Krasnij Oktjabr (108 000 kW), Iwanowo Wosnessensk (75 000 kW) und andere kleine Zentralen mit einer Gesamtleistung von rd. 600 000 kW verfeuern ausschließlich Torf. Man kann sagen, daß rd. ⅛ der heute in den Überlandzentralen erzeugten Energie auf der Verwertung von Torf beruht. Dementsprechend ist auch die Torfgewinnung stark gestiegen, sie betrug im Jahre 1932 rd. 14 Mill t.

Die große Torfmenge in verhältnismäßig kurzer Betriebsperiode während des Sommers zu gewinnen und insbesonders zu trocknen, kann nur bei weitgehender Mechanisierung der gesamten Torfgewinnungsarbeiten erfolgen. Das bekannte Hydro-Torfverfahren allein genügt zu diesem Zweck schon nicht mehr, und in den letzten Jahren kommt das sog. Torffräsverfahren, welches sich aber noch im Versuchstadium befindet, immer mehr und mehr zur Geltung. Dieses Zurückbleiben in der Entwicklung neuer Torfgewinnungsverfahren gegenüber dem Bau von Torfkraftwerken hatte während der laufenden Winterperiode zur Folge, daß fast alle großen Torfkraftwerke an Brennstoffmangel zu leiden hatten.

Besonders katastrophal war die Lage des großen Torfkraftwerkes Nigress bei Nishny Nowgorod (204 000 kW). Um dieses Kraftwerk mit erforderlicher Torfmenge zu versehen, wurde während der Torfsaison der Versuch gemacht, den Umschlag der Trockenfelder des Kraftwerkes, welcher normal 1,2 ··· 1,3 betragen soll, auf 1,85 zu erhöhen. Dieser Versuch mißlang aber, der Feuchtigkeitsgrad des Torfes stieg an und betrug 47 ··· 60 % und mehr statt der normalen 30 %.

Da ein großer Teil des Torfes mit über 60 % Wassergehalt von den Trockenfeldern nicht abtransportiert werden durfte, so konnte nur ⅓ der gewonnenen Torfmenge vom Kraftwerk ausgenutzt werden. Durch das Zusetzen von Holz verbesserte sich der Zustand der Zentrale auch nicht, und die Stromlieferung mußte stark eingeschränkt werden. Im Dezember allein wurden etwa 10 Mill kWh weniger erzeugt als vorgesehen waren. Da auch die Versuche mit Verbrennung von Kohle in Torffeuerungen negativ ausfielen, wurde beschlossen, die Torffeuerungen einer Anzahl von Kesseln in Naphthafeuerungen umzubauen und außerdem mehrere Torffeuerungen mit zusätzlichen Naphthadüsen zu versehen, damit auch in Zukunft bei sehr feuchtem Torf der Betrieb aufrecht erhalten werden könnte. Als Hauptbrennstoff des Kraftwerkes bleibt jedoch Torf.

Trotz dieser Schwierigkeiten hofft man, durch Vervollkommnung der Torfgewinnungsverfahren, insbesondere des obengenannten Torffräsverfahrens, der Schwierigkeiten der Torfgewinnung Herr zu werden, und wie bereits mitgeteilt[1], ist der erste Maschinensatz von 50 000 kW des neuen Torfkraftwerkes Dubrowka (in der Nähe von Leningrad, 200 000 kW) bereits in Betrieb genommen worden.

Frequenz- und Großenergie-Übertragung. — Die Arbeit befaßt sich mit dem Einfluß der Frequenz auf die Übertragungsfähigkeit von Drehstrom-Fernleitungen. Mit Hilfe des Emdeschen Sinusreliefs wird die be-

[1] ETZ 1933, S. 432.

Digitized by Google

kannte Erkenntnis abgeleitet, daß die elektrisch günstigste Übertragung (Effektivwerte von Spannung und Strom längs der ganzen Leitung konstant!) dann vorhanden ist, wenn der Widerstand der Nutzlast gleich dem Wellenwiderstand der Leitung ist. Eine höhere Periodenzahl erhöht die Hautwirkung und damit den wirksamen Ohmschen Widerstand der Leitung im gewählten Beispiel ($f = 500$ Hz) auf etwa das 3,8fache des reinen Gleichstromwiderstandes. Es ist einleuchtend, daß diese Erscheinung den Wirkungsgrad der Anlage und damit die Wirtschaftlichkeit herabsetzt. Allerdings wird die Einbuße der Wirtschaftlichkeit dadurch ziemlich ausgeglichen, daß man gleichfalls wegen der Hautwirkung den Kern des ursprünglich als Volleiter eingesetzten Seiles fortlassen, also Hohlseile verwenden kann, ohne daß der Wirkungsgrad sinkt. Demgegenüber erscheint der bei 50 Hz mit doppeltem Kupferaufwand erzielbare Gewinn an Übertragungsfähigkeit und Wirkungsgrad nicht übermäßig verlockend. Weit günstiger gestaltet sich die Gleichstromübertragung, wie nachstehende Gegenüberstellung zeigt:

Stromart	Materialaufwand	Übertragene Nutzleistung	Wirkungsgrad
Drehstrom 500 Hz	$6 \cdot 692 = 4152$ mm² Cu	660 MW	82 %
Drehstrom 50 Hz	$6 \cdot 1385 = 8310$ mm² Cu	750 MW	93 %
Gleichstrom (380 kV)	$4 \cdot 1170 = 4680$ mm² Cu	750 MW	89 %
Gleichstrom (440√2 kV)	$4 \cdot 488 = 1952$ mm² Cu	750 MW	89 %

Die hier an vierter Stelle vom Berichterstatter eingefügte Gleichstromübertragung geht von der Überlegung aus, daß der Mittelpunkt einer Gleichstrom-Hochspannungsanlage geerdet wird. Man muß deshalb bei einem Vergleich für Gleichstrom gerechterweise den doppelten Wert der Drehstrom-Phasenspannung wählen und man darf darüber hinaus sogar den Scheitelwert der Wechselspannung als Gleichstromspannung zulassen, wenn man eine gleichwertige, z. B. vorhandene Drehstromanlage in der Isolation vollkommen ausnutzen will. Die so errechnete Spannung ist nur in theoretischer Hinsicht zu werten, sie schließt sich an die vom Verfasser gewählten Zahlenbeispiele an; praktisch kommt dieser Vergleichswert vorerst kaum in Frage, wie auch ein 380 kV-Drehstrombetrieb bislang noch nicht verwirklicht ist. Die theoretische Bedeutung liegt darin, daß die Überlegenheit der Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung anderen Systemen gegenüber durch Ersparnis an Materialaufwand, verbesserten Wirkungsgrad und erhöhte Stabilität auf gleicher Basis voll zur Geltung gebracht wird.

Wie schon erwähnt, wird die zuletzt genannte Erscheinung nur hinsichtlich des Spannungs- und Stromverlaufes längs der Leitung berührt mit der Empfehlung, die Nutzlast möglichst dem Wellenwiderstand der Leitung anzupassen. Das ist eine unangenehme und praktisch wesentliche Beschränkung; denn wie soll der Betrieb geführt werden, wenn der entsprechende Verbrauch am Leitungsende wenigstens zeitweise praktisch nicht vorhanden ist? Das übliche Verfahren der mit Drosselspulen ausgerüsteten Zwischenwerke in Abständen von etwa $^1/_{20}$ Wellenlänge ergäbe bei 500 Hz und 1500 km nicht weniger als 50 Zwischenwerke; außerdem müßte man auch die mit der Stabilität eng zusammenhängenden Erscheinungen beachten, welche daraus entstehen, daß die Übertragungslänge ein Mehrfaches der Wellenlänge ist[2]. Diese gegen die Wahl einer erhöhten Frequenz von elektrischen Leitungen sprechenden technischen Gründe erscheinen ebenso schwerwiegend wie die von dem Verfasser erwähnten wirtschaftlichen. Offenbar liegen die Verhältnisse so, daß — wenn man in Zukunft einmal Gleichstromenergie hoher Spannung und hoher Leistung aus und in Wechsel- oder Drehstrom betriebsicher umsetzen kann — für Fernleitungszwecke in der Regel Gleichstrom verwendet werden wird; die Frequenz der Wechselstrom-Ausgangskreise kann man dann so wählen, daß hohe Betriebsicherheit und guter Wirkungsgrad bei möglichst kleinem Materialaufwand erreicht werden; hier scheinen die hohen Frequenzen im Vorteil zu sein. (Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50, S. 305.) *Lr.*

Leitungen.

Monasbestdraht. — Monasbestdraht ist ein Sondererzeugnis der Firma Monette Asbestdraht G. m. b. H., Berlin-Stralau. Der nach einem neuen Verfahren hergestellte Asbestdraht zeichnet sich durch hohe Hitzebeständigkeit, bis zu 600 ° C, aus. Die Wicklungsdrähte werden hergestellt von 0,5 mm Dmr. bis 45 mm² als Rund- und Profildrähte. Ganz besonders ist auf die geringe Isolationszunahme hinzuweisen, welche bei den dünnen Drähten bis auf 0,15 mm heruntergebracht und bei den stärkeren bis zu 1 mm und mehr gesteigert werden kann. Der chemisch-reine Asbest wird in ganz feinen flockigen Schichten aufgetragen und durch geeignete Bindemittel zu einer vollkommen in sich verfilzten Schicht gepreßt. Ein besonderes Merkmal des Drahtes ist die sehr große Genauigkeit der Schichtstärke. Der Monasbestdraht findet für thermisch hoch beanspruchte Wicklungen bei Bahnmotoren, Hubmagneten, Schaltschützen usw. und in Draht- oder Litzenform zu Verbindungsleitungen in elektrischen Öfen, Herden und sonstigen Koch- und Heizgeräten Verwendung. Spezialkabel aller Art, insbesondere für thermisch-elektrische Messungen, werden unter Zugrundelegung des Verfahrens für Monasbestdraht dem jeweiligen Zweck entsprechend angefertigt. *fi*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Der Frequenzgang von Wechselstrom-Meßinstrumenten mit Trockengleichrichtern. — Trockenplatten-Gleichrichter haben wegen der äußerst dünnen Sperrschicht zwischen den beiden Polflächen eine beträchtliche Kapazität, die bei den üblichen Gleichrichtern ungefähr die Größe 0,01 ··· 0,06 µF besitzt. Im Ersatzbild ist daher ein Gleichrichter durch eine Parallelschaltung des inneren Widerstandes R_g und der Eigenkapazität C darzustellen. Diese Kapazität bewirkt, daß mit wachsender Frequenz weniger Gleichstrom durch das Meßinstrument fließt. Bei Verwendung als Spannungsmesser (Abb. 3) sinkt das Verhältnis des Scheinwiderstandes R_k zum Vorschaltwiderstand R_v; das Instrument zeigt eine zu kleine Wechselspannung an. Um Frequenzunabhängigkeit zu erzielen, muß dafür gesorgt werden, daß $R_k : R_v$ konstant bleibt. Dies kann einmal dadurch erreicht werden, daß man R_v wie R_k aufbaut; dabei muß sein

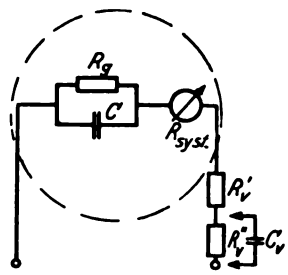


Abb. 3. Korrektur des Frequenzfehlers beim Spannungsmesser.

$$\frac{R_v'}{R_v''} = \frac{R_{syst.}}{R_g}; \quad \frac{C_v}{R_v''} = \frac{C}{R_g}; \quad R_v = R_v' + R_v''.$$

Man kann auch parallel zum Gleichrichter einen induktiven Nebenwiderstand schalten. Wenn die Resonanzkurve flach verläuft, ist dann in weitem Frequenzbereich R_k nahezu konstant. Auch bei Strommessung kann man durch eine Induktivität des Nebenwiderstandes weitgehend ($f \approx 50 \cdots 10\,000$ Hz) Frequenzunabhängigkeit von R_k erreichen. Da R_g amplitudenabhängig ist, gilt die Korrektur allerdings nur für eine mittlere Amplitude. Neben dem durch die Kapazität bedingten negativen Frequenzfehler kann auch ein positiver Frequenzfehler auftreten, der seine Ursache in einer Veränderung der Kurvenform des gleichgerichteten Stromes mit der Frequenz hat. Diese Kurvenform wird durch die Induktivität des Systems mit wachsender Frequenz abgeglättet. Dadurch wird der arithmetische Mittelwert nicht geändert; wohl aber sinkt der Effektivwert. Bei gleichbleibendem Effektivwert steigt also mit wachsender Frequenz der arithmetische Mittelwert, den das Instrument ja anzeigt. Gleichrichter-Instrumente messen daher nur Strom und Spannung der Kurvenform richtig, mit der sie geeicht sind. (E. Hormann, Z. techn. Physik Bd. 12, S. 222.) *Br.*

Elektrostatische Synchronisiereinrichtung. — Der Zweck der neuen Einrichtung ist, an Stelle der teuren Spannungswandler die Durchführungen der Ölschalter als kapazitive Spannungsteiler benutzen zu können. Während die Spannungspfade von Zählern, Wattmetern und Phasenmessern an einen gemeinsamen Sammelschienenwandler angeschlossen werden können, muß man zum Synchronisieren entweder für jede Leitung einen besonderen Spannungswandler haben oder einen Wandler auf die Schienen umschalten. Das dazu benötigte elektrostatische Synchronoskop ist nach einer Anregung von F. Sieber entwickelt worden. Schaltung und Schema des Meßwerkes zeigen Abb. 4 und 5. In Abb. 4 ist das bewegliche, rotierende Organ noch als Flügel gezeichnet,

[2] Vgl. Skilling, ETZ 1932, S. 823.

Digitized by Google

während die Ausführung nach Abb. 5 mit einer Trommel ungleicher axialer Länge *h* erfolgt, deren Abwicklung zwei vollständige Sinuswellen bildet, die vor sechs Spannungsektoren, je zwei um 180 ° versetzt, in den zylinderförmigen Kammern *g* rotieren kann. Auf der Achse *c* sitzt ein kleiner Zeiger, dessen Bild von einer Lichtquelle *L* über ein Prisma *p* auf eine Mattscheibe projiziert wird, die man sich auf der rechten Seite in Fortsetzung des Lichtstrahles zu denken hat. Das System ist zweipolig, es rotiert deshalb nur mit der halben Geschwindigkeit gegenüber Anordnungen nach Abb. 4. Das ganze Meßwerk befindet sich, teils zur Erhöhung der Spannungsfestigkeit, teils zur Erhöhung der Kapazität in einem Petroleumbad; der Arbeitsbereich ist 500 ··· 1000 V Klemmenspannung. Die Skala besteht aus einer Milchglasscheibe, deren untere Hälfte dauernd dunkel bleibt, die obere hell; der Zeiger rotiert als Schatten in dem hellen Teil.

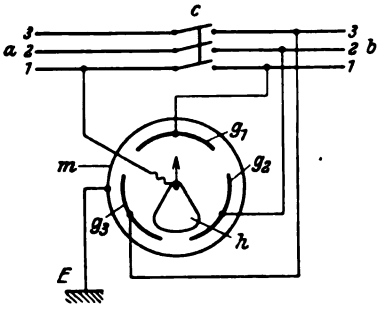


Abb. 4. Schaltung des elektrostatischen Synchronoskops.

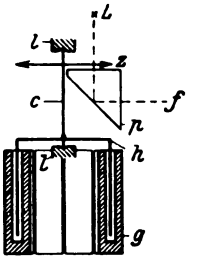


Abb. 5. Meßwerk (schematisch).

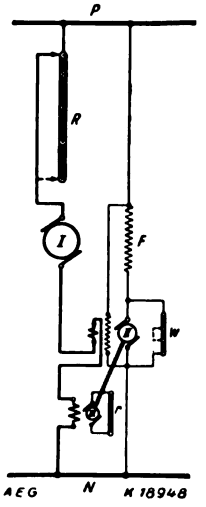
Seitens des Berichters sei hierzu bemerkt, daß in Deutschland kapazitive Spannungsteiler in Form von Ölschalter-Durchführungen schon seit 1921 verwendet werden. Die Leistung einer Kondensatordurchführung ist groß genug, um Dreheiseninstrumente anzuschließen, u. zw. Doppelspannungsmesser als Spannungsvergleicher, Nullspannungsmesser als Phasenindikator, also Instrumente normaler Schalttafelausführung, ebenso Doppelfrequenzmesser mit schwingenden Zungen-Synchronisiereinrichtungen dieser Art sind in großer Zahl im Betriebe, sie sind von der Kapazität der Verbindungskabel im Gegensatz zu der neuen Einrichtung nicht abhängig. (A. Palm u. S. Rump, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 22, S. 133.) *Kth.*

Hebezeuge und Massenförderungen.

Hubwerk-Steuerung der AEG. — Bei der Schaltung der AEG zum Antrieb des Hubwerkes der neuen Doppelkrane im Hamburger Hafen[1] dient ein Nebenschluß-Regelungsmotor (Abb. 6), dessen Drehzahl durch Feldregelung weitgehend geändert werden kann. Damit auf der ersten Hub- und Senkstellung die Geschwindigkeit möglichst klein ausfällt, wird das Feld verstärkt, auf den letzten Senkstellungen dagegen in Abhängigkeit von der Belastung des Hubmotors geschwächt. Diese Beeinflussung geschieht selbsttätig durch einen Regler, der dem Nebenschlußmotor auf den letzten Hubstellungen eine steile Reihenschluß-Charakteristik gibt. Die Geschwindigkeit läßt sich auf diese Weise um 50 % mehr steigern, als es mit einem Reihenschlußmotor bei gleicher Vollastgeschwindigkeit möglich ist. Der Selbstregler ist ein kleiner Motorgenerator, dessen Motor die Regelung des Hubmotor-Nebenschlußfeldes ausführt und der erst anläuft, wenn die Feldschwächung beginnen soll. Der Generator, dessen Feld in Abhängigkeit von der Stromaufnahme des Hubmotors steht, belastet den Selbstreglermotor immer stärker, je mehr der Hubmotor Strom aufnimmt. Außer der selbsttätigen Geschwindigkeitsregelung ruft der Selbstregler eine dämpfende Wirkung hervor und erreicht eine stoßfreie Beschleunigung und Verzögerung bei raschem Ein- und Ausschalten der Steuerwalze unter Schonung des Kommutators und der Kontakte. Der Motor folgt sofort dem Steuerhebel beim Beschleunigen und Verzögern. Selbst beim raschesten Schalten bleiben die Stromspitzen unter den zulässigen Grenzen.

Das Steuergerät enthält 8 Hub- und 7 Senkstellungen. Der Motor hat auf den ersten 5 Hubstellungen (den Anlaßstellungen) Nebenschlußcharakter, auf der Stellung 6 Verbund- und auf den Stellungen 7 und 8 steilen Reihenschlußcharakter. Zum Einleiten des Senkens dienen drei Generator-Bremsstellungen, auf denen die durchziehenden Lasten langsam und mit mittlerer Geschwindigkeit abwärts gehen. Soll rasch gesenkt werden, so wird auf die Nutzbremsstellungen 4 bis 6 weiter geschaltet. Auf diesen Stellungen wird ein Teil der Anlaßwiderstände dem Anker vorgeschaltet und der Anker an das Netz angeschlossen. Gleichzeitig schwächt sich wie beim Heben das Feld unter dem Einfluß des Selbstreglers, wodurch die Geschwindigkeit stark gesteigert wird. Zum raschen Senken des leeren Hakens und leichter Lasten ist eine Stellung 7 vorhanden.

Lasten, die das Windwerk durchziehen, erzeugen in den Stellungen 4 bis 7 einen in das Netz zurückfließenden Strom. Die beträchtliche Energierückgewinnung wirkt sich rasch aus, weil der Motoranker nicht allein durch die Last, sondern auch durch den Netzstrom in kurzer Zeit auf die Drehzahl kommt, bei der der Ankerstrom (das Bremsen) anfängt umzukehren. Infolgedessen werden leichte und mittlere Lasten schneller beschleunigt und gesenkt als mit der Senkbremsschaltung eines Reihenschlußmotors. Während bei dem Kontroller eines Reihenschlußmotors die Senkbremsstellungen mit Netzanschluß nicht eingeschaltet werden dürfen, wobei der Anker durchgehen würde, sind beim Nebenschluß-Regelungsmotor die Nutzbremsstellungen mit Netzanschluß zwecks Stromersparnis und Ausnutzung der hohen Geschwindigkeiten zu bevorzugen.



I Hubmotoranker
II Selbstregelmotor
III Selbstregelgenerator
F Nebenschlußfeld zu *I*
R Anlaßwiderstand zu *I*
W Feldregelwiderstand zu *F*
r Belastungswiderstand zu *III*
N, P Netz

Abb. 6. Schaltbild einer Nebenschlußmotor-Feldregelung durch einen Selbstregler.

Die Verluste an Energieverbrauch, die beim Anlassen und Beschleunigen in den Widerständen eines normalen Hubwerkes entstehen, treten beim Regeln auf kleinere Geschwindigkeiten noch stärker in Erscheinung. Bei einem Nebenschluß-Regelungsmotor ist dagegen auch bei leichten und mittleren Lasten das Nebenschlußfeld auf den Anlaßstellungen voll erregt, so daß der Ankerstrom und die Verluste in den Widerständen außerordentlich klein werden. Lediglich in den letzten Stellungen, wo die Widerstände aber kurz geschlossen sind, wird das Feld geschwächt und die Stromaufnahme gesteigert. Für kleine Geschwindigkeiten liegt nur auf der ersten Hubstellung parallel zum Anker ein Widerstand; auf der Senkseite werden diese Widerstände nicht benutzt, wodurch an Strom gespart wird. Eine Verringerung des Energieverbrauches tritt noch dadurch ein, daß ein Teil der zum Beschleunigen aufgewendeten Energie durch die Feldverstärkung beim Zurückschalten des Steuerhebels auch beim Heben des leeren Hakens wiedergewonnen und die mechanische Bremse geschont wird. Da die Steuerwalze bei einer durch die elektrische Bremsung bereits wesentlich verminderten Geschwindigkeit ausgeschaltet wird, wächst zugleich die Steuerfähigkeit für genaues Halten. Die Größe der Rückgewinnung von Energie richtet sich beim Senken nach dem zurückgelegten Weg. Bei einer Leistung von einem Drittel der Last und bei 15 m Weg werden rd. 20 % der beim Heben der gleichen Last für denselben Weg aufgewendeten Energie zurückgewonnen. Bei 25 m Weg steigt die Rückgewinnung auf fast 30 %. Da die Beschleunigungszeit abgekürzt, die Beschleunigungsarbeit verringert wird, und zugleich der Rückstrom früher als sonst einsetzt, arbeitet die Schnellschubschaltung desto günstiger, je geringer die Motordrehzahl ist. *F. Rg.*

Landwirtschaft.

Elektrohilfsatz für die Kornernte. — In der UdSSR. ist ein elektrisches Erntewerkzeug konstruiert worden, das die Elektrisierung aller in der Landwirtschaft erforderlichen Arbeiten in sich schließt. Dieses besteht aus zwei Windewagen, wie beim Elektro-Pflugsatz nach dem be-

[1] Z. VDI 1932, S. 908; 1932, S. 1516.

Digitized by Google

kannten Zweimaschinensystem, aus einem 6-Schar-Balancier-Pflug und aus einem Wendekultivator. Mit diesen Apparaten findet zunächst das Pflügen und Kultivieren des Bodens statt. Für die Erntezeit dagegen ziehen die beiden Windewagen abwechselnd eine zweiseitige Mähmaschine. Die geschnittenen Ähren werden in einen Behälter geworfen, der an die Mähmaschine angehängt ist. Hat die Mähmaschine ihren Gang über das Feld beendet, so werden die geernteten Ähren auf einen Transporteur gebracht, der sich neben dem entsprechenden Windewagen befindet, und mit Hilfe dieses Apparates in die Dreschmaschine gebracht, die senkrecht zur Fahrtrichtung der Mähmaschine an den Windewagen angehängt ist. Während nun die Mähmaschine von dem gegenüberliegenden Windewagen wieder über das Feld gezogen wird, treibt der zur Zeit nicht für den Seilzug benötigte Windewagen die Dreschmaschine an, so daß gleichzeitig gemäht und gedroschen wird. An die Dreschmaschine ist eine Kornreinigungs- und Sortiermaschine angehängt. Die Breite der Mähmaschine beträgt 8 m, ihre mittlere Geschwindigkeit 2,2 m/s. Das Gewicht der kombinierten Mähmaschine beträgt rd. 4 t. Mit dem genannten Maschinensatz werden nach Angabe der Zeitschrift innerhalb 20 h 80 ha abgemäht und das geerntete Korn gedroschen, eine Leistung, die die Leistung eines gewöhnlichen Combine um etwa das Vierfache übertrifft. (Nowosti Techniki 1932, Nr. 157.) *T. S.*

Fernmeldetechnik.

Neue ausländische Rundfunkröhren. — Außer den Spezialröhren, der Mischröhre für Superhetempfänger und der Fadingröhre für alle Empfänger, welche mit selbsttätigem Fadingausgleich arbeiten, werden neuerdings auch für andere Anwendungszwecke neue Röhren gebaut.

Im Ausland, u. zw. in den V. S. Amerika und England, sind kürzlich zwei neue Röhrenanordnungen herausgekommen bzw. vorgeschlagen worden, die hauptsächlich für den Batterieempfänger in Betracht kommen. Bei Netzempfängern und Netzverstärkern macht es keine Schwierigkeiten, Endverstärkerröhren mit großen Leistungen zu bauen. Bei Batterieempfängern dagegen überschreitet eine Batterieleistung von 2 ··· 3 W bereits die Grenze der Wirtschaftlichkeit, wenn man nicht als Anodenbatterie eine solche hoher Leistung verwendet, die aber für Rundfunkhörer recht teuer ist. Einen Fortschritt in der Batterieröhrenentwicklung stellt unzweifelhaft die Penthode (Schutznetzröhre) dar.

Die Amerikaner versuchen auf anderem Wege den Wirkungsgrad der Endverstärkerstufe zu steigern. Sie verbessern das Verhältnis von Sprechleistung zur Batterieleistung dadurch, daß die Anodenbatterie nur dann Strom an die Röhre abgibt, wenn tatsächlich ein Sprechstrom durch die Röhre verstärkt werden soll.

Die Methode besteht darin, daß man die Arbeitslinie der Endverstärkerröhre in den unteren Knick der Kennlinie verlegt, und daß man die Gittervorspannung der Röhre dann, wenn der Verstärker arbeiten soll, selbsttätig so fallen läßt, daß die Arbeitslinie wie sonst üblich in den geradlinigen Teil der Kennlinie gelangt. Wird die Endröhre so geschaltet, dann macht es auch keine Schwierigkeiten, als Endverstärkerstufe für Batterieempfänger einen Gegenkontaktverstärker zu verwenden. Die Batteriebeanspruchung bleibt dann in engen Grenzen.

Einen anderen Weg schlagen die Engländer ein: Die Schutznetz-Endröhre (Penthode) ist eine Röhre, die eine gute Sprechleistung abgibt, ohne daß die Anodenbatterie so stark beansprucht werden muß, wie das bei einer normalen Endröhre der Fall ist. Immerhin bleibt in der üblichen Penthodenschaltung der Stromverbrauch der Anodenbatterie noch erheblich. Nun kann man bei normalen Röhren auf den gleichen Wirkungsgrad wie bei einer Penthode kommen, wenn man die Röhren stärker aussteuert, so daß man auch in den positiven Gittervorspannungsbereich hineingeht. Bisher hat man immer auf dem Standpunkt gestanden, daß man das nicht darf, weil das Hineingehen in den positiven Bereich der Gittervorspannung das Auftreten des Gitterstromes zur Folge hat, der einen Verluststrom darstellt und vor allem die Sekundärseite des Gittertransformators der Röhre vormagnetisiert bzw. an dem Widerstand der Sekundärseite des Eingangstransformators einen Spannungsabfall entstehen läßt, der die Gittervorspannung ungünstig beeinflußt.

Die Mängel lassen sich dadurch beheben, daß man der Sekundärseite des Eingangstransformators einen kleinen Gleichstromwiderstand gibt; dann tritt auch nur ein geringer Spannungsabfall auf, der nicht schädlich ist. Gleichzeitig aber werden auch die Verluste dadurch vermindert. Die dann noch bestehenden Verluste lassen sich dadurch beseitigen, daß man die vorletzte Röhre des Verstärkers so bemißt, daß sie imstande ist, die durch den Gitterstrom der letzten Röhre auftretenden Verluste zu decken. Die neue englische Röhre hat die Typenbezeichnung 240 B. Sie ist eine Gegentaktverstärkerröhre und gibt bei einer Batterieleistung von etwa 0,5 W im Ruhezustand und einer Steuerleistung von 70 mW eine maximale Sprechleistung von etwa 2 W bei der sehr niedrigen Anodenspannung von 120 V und von 1,5 W bei einer Anodenspannung von 90 V. Das bedeutet aber, daß die Röhre die Anodenbatterie nur etwa halb so stark beansprucht wie eine vergleichbare Röhre, die nur im gitterstromlosen Gebiet arbeitet, während die Sprechleistung auf das Mehrfache gesteigert werden konnte. Damit ist eine Röhre geschaffen, die imstande ist, das Batterieempfängerproblem sehr günstig zu beeinflussen. Es ist damit zu rechnen, daß wir auch in Deutschand bald ähnliche Röhren bekommen werden. *F. N.*

Hochspannungstechnik.

Der Einfluß geophysikalischer Faktoren auf die Einschlagstellen des Blitzes. — L. N. Bogoïavlensky hat an zwei russischen Orten untersucht, ob der Boden an Stellen, die häufig vom Blitz getroffen werden, besondere geophysikalische Eigentümlichkeiten aufweist. Gemessen wurde erstens die Stärke der durchdringenden radioaktiven Strahlung elektrometrisch nach dem Ionisationsverfahren, zweitens die Leitfähigkeit der Luft mit dem Apparat von Gerdien, drittens die Leitfähigkeit des Bodens mit einem künstlichen elektrischen Felde, viertens mit besonderen nicht polarisierbaren Elektroden die Größe des natürlichen elektrischen Feldes, das durch die Berührung von Felsmassen verschiedener Zusammensetzung hervorgerufen wird. Das Ergebnis der Messungen ist, daß die Einschlagstellen des Blitzes sich dort häufen, wo die Luft die größte Leitfähigkeit besitzt. (L. N. Bogoïavlensky, J. Physique Radium Bd. 2, S. 101.) *Br.*

Der Einfluß des Koronastromes auf die Abkühlung eines heißen Drahtes. — Ein dünner, mäßig erhitzter Draht gibt in ruhiger Luft seine Wärme verhältnismäßig langsam ab, weil die Luft seiner unmittelbaren Umgebung einen wirksamen Wärmeschutz darstellt. Eine Störung dieses Wärmeschutzes muß den Wärmeverlust steigern. S. R. Parsons untersucht, wie weit bei einer Koronaentladung die Bewegung der Ionen in dem Koronastrom eine Vergrößerung der Abkühlung bewirkt. Der Draht wurde durch Gleichstrom geheizt und seine Temperatur aus seinem Widerstand bestimmt. Die Koronaentladung wurde durch hochgespannten Wechselstrom hervorgerufen, der Koronastrom mit einem Thermokreuz gemessen. Die Abhängigkeit der Temperaturdifferenz gegen die umgebende Luft von dem Koronastrom zeigt Abb. 7. Bis zu einer Stromstärke des Koronastroms von 3 μA auf 1 cm des Drahtes ist kein Effekt zu bemerken; dann sinkt die Temperatur und erreicht bei einer Koronastromstärke von etwa 12 μA/cm wieder einen konstanten Wert. Die Wärmeverluste steigen bei dieser Stromstärke auf ungefähr das Doppelte. (S. R. Parsons, Physic. Rev. Bd. 33, S. 75.) *Br.*

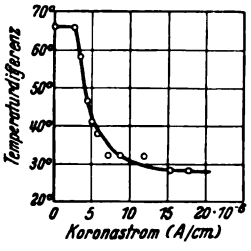


Abb. 7. Kühlwirkung der Korona auf einen heißen Draht.

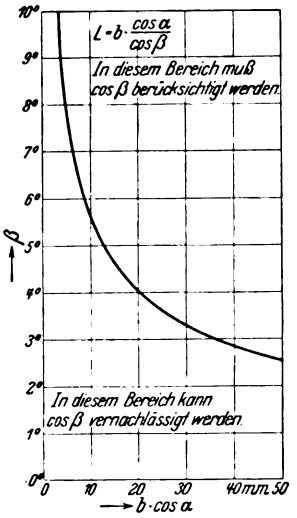
Allgemeiner Maschinenbau.

Über den direkten und indirekten Anschluß von Kohlenstaubanlagen an Dampfkessel. — Die Frage, ob kohlenstaubgefeuerte Dampfkessel den Brennstoff unmittelbar von der Mühle aus oder vom Kohlenstaublager erhalten sollen, läßt sich nicht allgemein beantworten, ist vielmehr von Fall zu Fall zu entscheiden. Man wird dabei die Vorteile und Nachteile für beide Betriebsarten zu berücksichtigen haben. Als Vorteile für die direkte Verwendung des Kohlenstaubes von der Mühle aus gelten: 1. billige Anlagekosten, 2. Anpassungsfähigkeit der Mahlanlagen an den Bedarf der Kessel an Kohlenstaub, 3. Verwendungsmöglichkeit von Kohlen, die für Lagerzwecke ungeeignet sind, 4. Ofengang mit Luft von hoher Temperatur, 5. geringe Ausgaben für Handarbeit und Unterhaltung, 6. verringerte Explosionsgefahr, während als Nachteile bestehen: 1. nur schwere Nachprüfung der Kohlenfeinheit vor der Einführung in den Kessel, 2. Abhängigkeit der

Digitized by Google

Leistung der Mühlen von der Kohlenhärte, 3. Abhängigkeit der Kohlenstaubfeinheit von der Mühlenleistung, 4. starke Abnutzung der Mühlenventilatoren. Beim indirekten Mühlenbetrieb, also bei der Überführung des Kohlenstaubes in Bunker und seiner späteren Förderung von den Bunkern aus zu den Kesseln, ergeben sich folgende Vorteile: 1. leichte Kontrolle der Feinheit des Kohlenstaubes, 2. keine Abhängigkeit der Mahlanlage vom Kesselgang, 3. Einstellung des Ofenganges nach Belieben, 4. kein Einfluß der Härte der Kohle auf den Kesselgang; diesen Vorteilen stehen folgende Nachteile gegenüber: 1. die höheren Ausgaben für die Anlage längerer Leitungen und der Kohlenstaubbehälter, 2. die höheren Ausgaben für die Unterhaltung und Handarbeit, 3. das nachteilige längere Lagern gewisser Kohlensorten. (G. Caldier, Combustion, Paris, 1932, S. 47.) *Kp.*

Die Zahnlänge der Kegelräder. — Kegelräder werden in den häufigsten Fällen nach K. Golliasch, „Die Ermittlung der Kegelrad-Abmessungen" (Berlin 1923) berechnet. Für die dort angegebene korrekte Formel für die zur Fabrikation benötigte sog. Zahnlänge $L = b \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$ kann meist angenähert $L = b \cos \alpha$ gesetzt werden. Soweit eine Genauigkeit von $^1/_{10}$ mm gefordert wird, gibt Abb. 8 die Gebiete an, für welche cos β berücksichtigt werden muß bzw. vernachlässigt werden kann. H. Reinhardt.



L Zahnlänge *α* Außenwinkel
b Zahnbreite *β* Zahnkopfwinkel

Abb. 8. Zahnlänge der Kegelräder.

Werkstatt und Baustoffe.

Kolonit, ein neuer Kunststoff aus Kohle für Gebrauchsgegenstände. — Es gibt zwei Gruppen von Kunstmassen, die in der Elektro- und Radiotechnik sowie zu den verschiedensten Gebrauchsgegenständen durch Pressen Verwendung finden, nämlich einmal die von Zellulose und Harnstoff ausgehen, und dann die, welche aus Phenolen und Formaldehyd hergestellt sind, worunter Bakelit und ähnliche Stoffe fallen. Unter Leitung von Geheimrat Prof. Dr. Franz Fischer hat man sich nun im Kohlenforschungs-Institut zu Mülheim-Ruhr der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft mit der Frage beschäftigt, ob man nicht bei den Phenol-Formaldehyd-Kunstharzen auch das Formaldehyd durch ein Produkt der Kohlenindustrie ersetzen könnte, zumal ja das Phenol schon ein solches ist. Diese Versuche hatten, wie Franz Fischer und seine Mitarbeiter Otto Horn und Hans Küster kürzlich berichteten, vollen Erfolg und geben zu großen Hoffnungen Anlaß.

Es gelang bei den Versuchen, Kunstharze aus Kohle herzustellen, die sehr viel billiger als die Kunstharze aus Phenol und Formaldehyd sind, und wobei das letztere durch ein Produkt der Kohlenindustrie ersetzt wird. Auf Grund der nahen Beziehungen zwischen Lignin, Torf, Braun- und Steinkohle gewann man aus fossilen Brennstoffen selbst durch Behandlung mit Phenolen in einfacher Weise ein brauchbares Material für plastische Massen oder Preßkörper. Es wurden Lignin, das bekanntlich ein Bestandteil der Kohle ist, und die verschiedenen Kohlenarten gemahlen und in der Wärme im Vakuum getrocknet. Darauf wurden diesen in einem heizbaren Knetwerk 12 Gewichtsprozent Kresol, das ja eine Abart des Phenols ist, in einem leichtsiedenden Lösungsmittel zugesetzt und bei etwa 80 ° C einige Stunden durchgeknetet. Bemerkenswert ist, daß dieses Material außerordentlich quillt und allmählich mehr als den doppelten Raum als beim Einfüllen einnimmt. Nach Aufhören der Quellung kann man das Lösungsmittel im Vakuum abdestillieren und bekommt so den preßfertigen Kunststoff, der den Namen Kolonit erhielt.

Die mechanische Prüfung ergab, daß der neue Preßkörper in der Schlagbiegefestigkeit dem Bakelit nicht nachsteht und noch besser isoliert als dieses. Von Wichtigkeit ist, daß sich die aus Kolonit hergestellten Preßkörper ausgezeichnet mechanisch verarbeiten lassen. Sie lassen sich beim Preßvorgang nicht nur wie Metall einpressen, sondern man kann sie feilen, sägen, bohren, auf der Drehbank abdrehen oder abschleifen und auf Hochglanz polieren. Auch gegenüber atmosphärischen Einflüssen sind sie unverändert haltbar. Die optische Prüfung ergibt, daß die Strukturelemente weitgehend in eine harzartige Grundmasse übergegangen sind. Es läßt sich also zu den verschiedensten Gebrauchsgegenständen, wie z. B. Knöpfen, tellerartigen Schalen und dgl. sowie für elektrotechnische Artikel gut verarbeiten. (Fischer, Horn, Küster, Brennstoff-Chem. Bd. 13, H. 24, S. 468.) *M. D.*

Ein neues Widerstandsmaterial. — Für mäßige Arbeitstemperaturen bis zu 500 ° C bedient man sich vorwiegend der Legierungen mit Kupfer als Hauptbestandteil, namentlich bei Anlaß- und Regelungswiderständen. Die Leitfähigkeit des Kupfers wird durch Beimengung von bis zu 55 % Ni stetig herabgesetzt. Bei 40 ··· 45 % Ni ist der spez. Widerstand 0,49 und der Temperaturkoeffizient gleich Null, worauf die Bezeichnung Konstantan sich bezieht. Auch Manganin, bestehend aus 84 % Cu, 12 % Mn und 4 % Ni, hat bei einem spez. Widerstand von 0,42 den Temperaturkoeffizienten Null. Für höhere Temperaturen, z. B. elektrische Heizgeräte, werden Chrom-Nickel-Legierungen mit etwa 80 % Ni und 20 % Cr verwendet, welche Arbeitstemperaturen von 1000 ° C vertragen und einen spez. Widerstand von 1,07 besitzen. Durch geringe Zusätze von Eisen und Molybdän oder Mangan werden die Eigenschaften etwas abweichend. Durch Zusatz von Chrom (13 bis 30 %) wird normales Eisen oxydbeständiger. Z. B. wird die Abblätterungstemperatur von normalem Kohlestahl bei 4 % Chromzusatz von etwa 550 ° auf etwa 800 ° C erhöht. Die Abblätterungstemperatur gibt die Temperaturgrenze an, oberhalb welcher eine auffallende Beschleunigung in der Oxydation des Materials eintritt. Bei 20 % Cr liegt diese bei etwa 900 °, bei 24 % Cr bei etwa 1000 ° C. Bei den sog. Kanthal-Legierungen können noch höhere Arbeitstemperaturen erreicht werden. Die Abblätterungstemperatur liegt bei 1350 ··· 1400 ° C, so daß Ofentemperaturen bis zu 1300 ° C möglich werden. Die Kanthal-Legierungen bestehen aus Chrom, Aluminium, Kobalt und Eisen, haben einen Schmelzpunkt von 1660 ° (gegenüber Eisen von etwa 1500 °, Chromnickel von etwa 1450 ° C) und sehr hohen spez. Widerstand 1,4 ··· 1,6. Das Material wird somit in erster Linie als Konstruktionsmaterial für elektrische Öfen ausgenutzt. Das Material wird hergestellt von der AB Kanthal, Hallstahammar (Schweden). (ERA Bd. 5, H. 9, S. 158.) *Hdln.*

Das Hartlöten von Stahl mit Kupfer im elektrischen Ofen unter Atmosphärenkontrolle. — Beim Kupferhartlöten von Stahlgegenständen werden diese zweckmäßigerweise in einen elektrischen Ofen unter Einstellung der Ofenatmosphäre gebracht, wobei das Kupfer auf die Verbindungstellen der betreffenden Teile aufgelegt wird. Man erwärmt dann gleichmäßig bis oberhalb der Schmelztemperatur des Kupfers, bei der das Kupfer in die Nähte der zu verbindenden Teile fließt. Die Atmosphäre im Ofen hält die Oberflächen der Stahlteile sauber, ähnlich wie Flußmittel bei anderen Verfahren. Da Kupfer und Stahl eine Affinität zueinander bei der obwaltenden Temperatur besitzen, erfolgt ein Legieren der beiden Werkstoffe und ein festes Binden während der Abkühlung. Die Stücke werden auf einfache Weise unter weiterer Aufrechterhaltung der Atmosphäre abgekühlt, so daß sie den Ofen rein und sauber verlassen. Anwendung findet das Verfahren u. a. für Wolframkarbidwerkzeuge, Kraftwagenteile und Stahlröhren. So wendet die Henry Diston & Sons, Inc., Philadelphia, dieses Verfahren zum Einfassen von Werkzeugschneiden und -spitzen in die entsprechenden Schäfte an; ein Brechen der Spitzen, wie dies bei den sonstigen Verbindungsverfahren vorkommt, wird durch dieses Kupferhartlöten im elektrischen Ofen vermieden. Die Werkzeuge werden dabei auf kleinen Platten angeordnet und das Kupfer in irgendeiner geeigneten Form auf die Verbindungstellen aufgelegt. Nach erfolgter Lötung in der Wärmekammer wird die Platte in die Kühlkammer geschoben und eine neue Platte mit Werkzeugen in die Wärmekammer eingeführt. Für diese Zwecke bedient man sich eines 10 kW-Ofens (220 V Einphasenstrom). Im Ofen selbst herrscht eine Wasserstoffatmosphäre, während zwischen Wärme- und Kühlkammer zwei Türen zwecks Verhütung des Überganges von Wärme und von Gas aus der Wärme- in die Kühlkammer vorgesehen sind. Die elektrischen Widerstände aus Molybdändraht befinden sich seitlich und am Gewölbe der Wärmekammer. Auf einem anderen Werk

Digitized by Google

werden Kraftwagenteile in einem 65 kW-Ofen (110 V Dreiphasenstrom) auf ähnliche Weise behandelt. Die Heizkörper sind hier aus Nickelchrombändern. Von Interesse ist dann das Hartlöten von Stahlröhren bei der Bundy Tubing Co., Detroit. Die Ofentemperatur ist hier 1150 ° C. Man arbeitet für diesen Zweck mit zwei Öfen für 220 V Dreiphasenstrom, u. zw. ist der größere Ofen für 157 kW vorgesehen, der kleinere für 123 kW. Auch hier bestehen die Heizkörper aus Nickelchrombändern. Die Atmosphäre wird aus Wasserstoff und Kohlenoxyd gebildet; diese Gasmischung hat sich für das Hartlöten im elektrischen Strom sehr bewährt und sichert vor allem ein wirtschaftliches Arbeiten. Für die Zubereitung des Gasgemisches ist eine besondere Anlage vorhanden, u. zw. wird von der Gasanstalt bezogenes Leuchtgas mit einem gewissen Betrag von Dampf in die Kammer dieses „Elektrolen"erzeugers bei rd. 1090 ° C eingeführt; bei dieser Temperatur werden die Kohlenwasserstoffe in freien Wasserstoff und Kohlenstoff dissoziiert. Kohlenstoff und Dampf gehen dann eine Reaktion ein, die einen zusätzlichen Betrag von Wasserstoff und Kohlenoxyd ergibt. Die so gewonnene „Elektrolen" enthält 92 % an Wasserstoff und Kohlenoxyd, nämlich 67 % Wasserstoff und 25 % Kohlenoxyd; sonst sind noch vorhanden 6 % Stickstoff, 1 % Methan und je 0,5 % Sauerstoff und Kohlendioxyd. (Iron Age Bd. 129, S. 602 u. 670.) *Kp.*

Verschiedenes.

Die erste Jahresschau der nationalen Arbeit. — In den Berliner Ausstellungshallen am Kaiserdamm wird vom 17. III. bis 1. V. 1934 die erste Jahresschau der nationalen Arbeit unter dem Namen „Deutsches Volk — Deutsche Arbeit" gezeigt werden. Sie verbindet den Gedanken einer Kulturschau des deutschen Volkes mit einer Leistungschau deutscher Arbeit. Zum ersten Male wird im neuen Deutschland ein Gesamtüberblick über Rassenkunde und Rassenhygiene des deutschen Volkes gegeben. In anschaulicher Form werden gemeinverständliche Fragen, Vererbung der Rassenmischung, der Volksaufartung behandelt. Die Mannigfaltigkeit unseres Volkstums soll in der Abteilung „Die deutschen Volksstämme" ihren Ausdruck finden. Darstellungen von Geschichte und Landschaft, von Sitten und Trachten, von Erzeugnissen heimatlicher Volkskunst werden in der voraussichtlich schönsten Schau dazu beitragen, daß das deutsche Volk sich gegenseitig besser kennen lernt, und dem entwurzelten Großstädter die Bedeutung von Familie und Erbstamm erlebnismäßig wieder zum Bewußtsein gebracht wird. Der nationalpolitischen Erziehung ist die Abteilung „Das Reich der Deutschen" gewidmet. Sie will dem Wiedererwachen eines neuen deutschen Nationalgefühls Ausdruck geben und zeigt das geschichtliche Werden vom Heiligen Römischen Reich deutscher Nation bis zu unseren Tagen der völkischen Wiedergeburt und Deutschlands Werden zum Dritten Reich. Die Abteilung „Die Deutsche Arbeit" zeigt Spitzenleistungen der Industrie, des Handwerks, der Landwirtschaft. Die Reichsstände der deutschen Industrie, des Handwerks und des Handels, das Wirtschaftspolitische Amt der N.S.D.A.P., der Reichsbund und der Verein deutscher Ingenieure haben bereits die weitestgehende Förderung zugesagt. In lehrhafter Auslese werden in den einzelnen Fachgruppen repräsentativ die besten Erzeugnisse ihrer Art zu einer Qualitätsschau deutscher Arbeit vereinigt. Der nationalwirtschaftlichen Aufklärung dient eine Einleitungsgruppe mit dem Thema „Arbeitsbeschaffung". Sie behandelt auch Fragen wie Arbeitsdienstpflicht, Neubildung des deutschen Bauerntums, Deutschlands Selbstversorgung. Eine Lehrschau „Volk und Wirtschaft" wird zum ersten Male in Deutschland einen anschaulichen Überblick über wirtschaftliche Grundbegriffe geben. Die Abteilung „Deutsche Arbeit" will deutscher Arbeit Achtung im eigenen Volk verschaffen; sie will das wirtschaftliche Selbstvertrauen stärken, sie will beweisen, daß der deutsche Markt in Qualität und Preis dem Ausland mindestens ebenbürtig ist, sie soll ein Zeichen ungebrochenen deutschen Wagemutes sein und der ganzen Welt zeigen, daß deutscher Arbeitswille jetzt mehr denn je am Werke ist, sich unermüdlich durchzusetzen. Sämtliche zuständigen Reichs- und Staatsbehörden haben ihre Vertreter für den Arbeitsausschuß ernannt. Der Reichspräsident hat die Schirmherrschaft übernommen; Ehrenpräsident ist Reichsminister Dr. Goebbels. Die Ausstellung ist die erste Jahresschau der nationalen Arbeit, eingedenk der Mahnworte des Reichskanzlers Adolf Hitler: „Die Nation lebt nur durch die Arbeit aller". *of*

Energiewirtschaft.

Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Dampf- und Wasserkraftanlagen. — Die Ausbauwürdigkeit einer Wasserkraftanlage läßt sich nicht nur durch deren Vergleich mit einem gleichwertigen Dampfkraftwerk beurteilen. Es muß vielmehr an Hand der für das Verbrauchsgebiet charakteristischen Verbrauchskennlinien untersucht werden, ob der Anschluß eines neuen Wärme- oder aber des zu beurteilenden Wasserkraftwerkes in Zusammenarbeit mit den bereits vorhandenen Kraftwerken[1] die niedrigsten Gesamtkosten für die Energielieferung an das Verbrauchsgebiet gibt. Dabei sind die Aussichten des Wasserkraftwerkes ganz allgemein um so günstiger, je größer das zu beliefernde Verbrauchsgebiet ist. Bei der Gestehungskostenanalyse für Dampfkrafterzeugung wird, wie üblich, zwischen leistungsabhängigen und arbeitsabhängigen Kosten unterschieden; die dabei angenommene jährliche Abschreibungsquote von 3½ %, die allerdings auch Musil[1] anwendet, ist viel zu niedrig. Die deutsche Elektrizitätswirtschaft rechnet im Hinblick auf die rasche Veraltung von Dampfkraftanlagen durch den technischen Fortschritt mit Abschreibungsätzen von 7 ··· 8 %[2]. Im Gegensatz zu Laufwasserkräften, die im untersten Teil des Belastungsdiagrammes mit größter Benutzungsdauer arbeiten, werden Wasserkräfte mit Speicherung im oberen Teil zur Spitzendeckung eingesetzt. Als „Festleistung" (firm capacity) — besser: ausfahrbare Leistung — einer solchen Wasserkraft gilt der Teil ihrer Gesamtleistung, der dasselbe zu leisten vermag in dem Teil der ihr zugewiesenen Lastkurve wie eine mit ihr zu vergleichende Dampfkraftanlage. Diese „Festleistung" wird durch den Wasseranfall und die Speichermöglichkeit der Wasserkraft sowie die Leistungsganglinie des Verbrauchsgebietes bestimmt; sie ist (in kW) gleich der Spitzenleistung, welche in der Kurve der Wochenarbeitswerte (Spitzenprozente) dem in der Zeit der Höchstbelastung mit Sicherheit vorhandenen Arbeitsvermögen der Wasserkraftanlage zugeordnet ist, sie kann, je nach Speichermöglichkeit und Form der Leistungsganglinie, ohne weiteres das 10- und noch mehrfache der minimalen 24-Stunden-Leistung betragen. Da Wasserkräfte meist abseits der Verbrauchschwerpunkte liegen, müssen in die Vergleichskosten des Wasserkraftstromes dessen Fortleitungskosten (Kapitaldienst, Verluste) mit einbezogen werden. Zu diesem „Übertragungs-Passivum" der Wasserkraft kommt als vorübergehendes Passivum der Differenzbetrag hinzu, der sich vorübergehend zugunsten eines Dampfkraftwerkes dadurch ergibt, daß dieses Dampfkraftwerk als das zuletzt gebaute mit dem kleinsten spezifischen Wärmeverbrauch als Grundkraftwerk eingesetzt wird, und für dessen Mehrerzeugung gegenüber dem Wasserkraftwerk als Spitzenkraftwerk alsdann weniger Brennstoff erforderlich ist. Dieses „zeitweise Passivum" der Wasserkraftanlage verschwindet jedoch, sobald neue Dampfkraftwerke angeschlossen werden, die ihrerseits die Grundlast übernehmen und den Ausnutzungsfaktor der vorhandenen Dampfkraftwerke herabsetzen. Außerdem wird dieser vorübergehende Nachteil einer Wasserkraft durch den Vorteil ihrer Augenblicksreserve ausgeglichen. (Irwin u. Justin, Electr. Wld. Bd. 100, S. 240.) *H. Schz.*

[1] Vgl. a. Musil, ETZ 1931, S. 406; J. Hak, Rev. gén. Électr. Bd. 28, S. 529 (1930).

[2] Vgl. z. B. Die deutsche Elektrizitätswirtschaft (Enquête-Ausschuß III), Verlag E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1930, S. 155. Witte, Die Konzentration in der deutschen Elektrizitätswirtschaft, Verlag J. Springer, Berlin 1932, S. 35.

AUS LETZTER ZEIT.

Donau-Kraftwerk am Eisernen Tor. — Die Stromschnellen der Donau am sog. Eisernen Tor sind für die Schiffahrt ein schweres Hindernis. Es sollen nun im Donaubett an zwei Stellen, einmal am Eisernen Tor und außerdem an einer flußaufwärts gelegenen Stelle zwei Dämme und Schleusen errichtet und dadurch die Stromschnellen beseitigt werden. Vier von dieser Anlage betriebene Elektrizitätswerke würden das größte europäische Kraftwerk darstellen. Die Gesamtkosten werden auf 250 Mill RM geschätzt.

Veränderungen im Direktorium des Leipziger Meßamts. — Nach Beschluß des Verwaltungsrates des Leipziger Meßamts ist in das Direktorium an Stelle des bisherigen Mitgliedes Voß der zu diesem Zweck von der

Digitized by Google

Leipziger Messe- und Ausstellungs-AG. beurlaubte Regierungsbaurat Dipl.-Ing. Stegemann auftragsweise als ordentliches Mitglied berufen worden. Regierungsbaurat Stegemann übernimmt im besonderen die Leitung der Literarischen Abteilung (Einkäuferpropaganda). Damit erhält das Direktorium des Leipziger Meßamts erstmalig ein Mitglied mit technischer Vorbildung.

Verband Deutscher Wirtschaftsingenieure. — In einer Mitgliederversammlung des Verbandes Deutscher Wirtschaftsingenieure stellte der bisherige Vorstand sein Amt zur Verfügung. Unter allgemeinem Beifall wurde einstimmig zum Vorsitzenden des Verbandes der preußische Rundfunkkommissar Baron von Dazur sowie zum stellvertretenden Vorsitzenden C. A. Fischer, zum Schriftführer und Kassenwart Miksitz gewählt. Der Vorstand wurde ermächtigt, neue Satzungen auszuarbeiten und diese vorläufig mit sofortiger Wirkung in Kraft zu setzen. Der Vorstand wurde weiterhin beauftragt, den Anschluß des Verbandes an die zuständige Organisation des neuen Staates vorzunehmen.

Stand der Rundfunkteilnehmer am 1. VIII. — Die Gesamtzahl der Rundfunkteilnehmer im Deutschen Reich betrug am 1. VIII. 4 483 278 gegenüber 4 521 106 am 1. VII. d. J. Die Abnahme von 37 828 Teilnehmern (= 0,8 %) im Laufe des Monats Juli entspricht der üblichen Zahl von Sommerabmeldungen in der Reisezeit. Unter der Gesamtzahl befinden sich 531 230 Rundfunkteilnehmer, denen die Gebühren erlassen sind, gegenüber 532 686 am 1. VII. Die Zahl der gebührenbefreiten Teilnehmer (hauptsächlich Arbeitslose) ist mithin um 1456 zurückgegangen.

Inbetriebnahme des neuen Rundfunksenders in Hannover. — Der für Hannover seit längerer Zeit im Bau befindliche neue verstärkte Rundfunksender (1,5 kW) wurde am 13. VIII. in Betrieb genommen. Er arbeitet im Gleichwellenbetrieb zunächst mit Flensburg auf Welle 1319 kHz (227,4 m). Der bisherige Sender, der auf Welle 530 kHz (566 m) gearbeitet hat, wird stillgelegt.

Funkverbindung Deutschland—Italien. — Am 1. VIII. ist zwischen Berlin und Rom eine unmittelbare Funkverbindung in Betrieb genommen worden, über die alle Telegramme aus Deutschland nach Rom (mit Ausnahme der Staats- und Pressetelegramme) nach Mittel- und Süditalien, nach Sizilien und Sardinien sowie alle Durchgangstelegramme aus dem Ausland nach den genannten Gebieten befördert werden.

Ultrakurzwellen-Verbindung über den Kanal. — Das englische Luftfahrtministerium hat auf Grund der Versuche, die vor Jahresfrist zwischen Dover und Calais ausgeführt wurden[1], eine Sende- und Empfangsanlage für Wellen von 15 cm bestellt, die in dem Lufthafen Lympne bei Hythe aufgestellt wird. Eine gleiche Station wird in dem französischen Lufthafen von St. Inglevert, der sich 11 km von Calais entfernt befindet, erstellt werden. Die Nachrichtenübertragung erfolgt durch Fernschreibmaschinen.

Lieferungen der dänischen Elektroindustrie für Niederländisch-Indien. — Kürzlich sind lt. I. u. H. von der Hellesens Enke og V. Ludvigens Fabrikker 35 000 Trockenelemente nach Batavia für das Fernsprechwesen in Niederländisch-Indien verschickt worden. Hierzu wird von unterrichteter Seite gemeldet, daß die genannte dänische Firma laufend größere Sendungen Trockenelemente nach Niederländisch-Indien abfertigt. Es ist ihr gelungen, trotz scharfer ausländischer Konkurrenz Aufträge aus Niederländisch-Indien zu bekommen.

Belebung bei der amerikanischen Westinghouse Electric & Mfg. Co. — Im zweiten Quartal[2] des laufenden Jahres konnte der amerikanische Starkstromkonzern Westinghouse Electric & Manufacturing Co. gegenüber dem ersten Quartal eine Verlustminderung von 14,7 auf 8,0 Mill RM[3] erzielen. Wie die Verwaltung mitteilt wurde im Juni zum ersten Male seit langer Zeit wieder ein kleiner Reingewinn herausgewirtschaftet.

[1] ETZ 1931, S. 934; 1933, S. 186.
[2] Erstes Quartal s. ETZ 1933, S. 480.
[3] 1 RM = 0,237 $.

VEREINSNACHRICHTEN.

AEF

Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen.

Geschäftsstelle: Elektrotechnischer Verein, Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II. Fernsprecher: Amt Wilhelm, C 4, 8885/86.

(Fortsetzung von S. 809.)

Noch nicht endgültig

Entwurf 52. Formen der elektrischen Gasentladungen[1].

1. Allgemeine physikalische Einteilung der Gasentladungen.

Gasentladungen nennt man diejenigen Teile elektrischer Stromkreise, in denen der Strom durch Gase oder Dämpfe fließt; den Ladungstransport besorgen dabei elektrisch geladene Moleküle oder Atome (Ionen) und Elektronen.

Ähnlich wie bei Stromkreisen aus metallischen Leitern unterscheidet man stationäre und vorübergehende Gasentladungen. Stationär heißen diejenigen Entladungen, die man an sich über beliebig lange Zeiten erhalten kann, unabhängig davon, wie lange sie in einem Einzelfall tatsächlich bestehen. Vorübergehende Entladungen sind solche, die noch nicht ins Gleichgewicht gekommen sind, die sich also noch im Zustand der Entwicklung befinden; diese Entwicklung kann zu einer stationären Entladung oder zur Stromlosigkeit führen. Auch die periodischen Entladungen können stationären oder vorübergehenden Charakter haben (s. a. 13). Entladungen, welche infolge äußerer Umstände (z. B. Veränderung der treibenden Spannung, des Elektrodenabstandes, Gasinhaltes usw.) verschwinden, sollen im Gegensatz zu den vorübergehenden Entladungen „Abreißentladungen" genannt werden.

Stationäre Entladungen können selbständig oder unselbständig sein. Selbständige Entladungen sind solche, bei denen alle für den Stromtransport erforderlichen Träger mittelbar oder unmittelbar von der Entladung selbst gebildet werden. Die unselbständigen Entladungen sind an eine ständige Trägerzufuhr aus einer Fremdquelle gebunden.

11. Hauptformen stationärer Entladungen.

Es lassen sich als Extremfälle folgende drei physikalisch gut definierte Hauptformen stationärer Entladungen unterscheiden; zwischen diesen sind stetige Übergänge und Mischformen möglich, die im wesentlichen durch die Vorgänge an der Kathode der Entladungsstrecke charakterisiert sind.

111. Dunkelentladung: Entladung, bei welcher die Raumladungen gegenüber den Elektrodenladungen vernachlässigbar sind; die Feldstärke im Entladungsraum ist also im wesentlichen nur durch das Feld der Elektroden und u. U. der Wandladungen bestimmt. Wegen der schwachen Raumladungen sind nur geringe Stromdichten möglich (etwa 10^{-6} A/cm^2).

Beispiele: Eine unselbständige Dunkelentladung tritt in einer Ionisationskammer auf; eine selbständige Dunkelentladung ist der dunkle Vorstrom.

112. Glimmentladung: Entladungsform, bei welcher Raumladungen den Feldverlauf wesentlich bestimmen, dadurch gekennzeichnet, daß die Träger in der Entladungsbahn im wesentlichen durch Trägerstoß erzeugt werden. Vor einer Kathode einer selbständigen Glimmentladung bildet sich ein Kathodenfall aus (s. 312), welcher größer oder gleich dem normalen Kathodenfall ist. Erwärmungserscheinungen im Gas oder an den Elektroden sind für das Bestehen der Entladung unwesentlich.

Beispiele: Glimmlampen, Kathodenfallableiter, Ringentladung, gasgefüllte Photozelle.

113. Bogenentladung: Entladung, bei welcher Raumladungen den Feldverlauf wesentlich bestimmen, charakterisiert durch zusätzliche Ionisationsprozesse außer Stoßionisation im Kathodengebiet. Vor der Kathode einer selbständigen Bogenentladung bildet sich ein Kathodenfall aus, welcher kleiner ist als der normale Kathodenfall der Glimmentladung (s. 312). Bei der selbständigen Bogen-

[1] Bearbeitet von A. v. Engel, M. Steenbeck, W. Estorff, R. Holm, E. Lübcke, A. Matthias, O. Mayr, M. Pirani, I. Rebhan, R. Rüdenberg, R. Seeliger, R. Vieweg, K. W. Wagner.

Digitized by Google

entladung ist in der Regel die Kathode hoch erhitzt bei hoher Stromdichte bis zu einigen 1000 A/cm².

Beispiele: Zur selbständigen Bogenentladung zählen z. B. das Bogenlicht, der Quecksilberdampfbogen; zur unselbständigen Bogenentladung z. B. der Bogen mit fremdgeheizter Glühkathode.

114. Zwischen- und Mischformen: Außer den unter 111 ··· 113 genannten Entladungen sind Zwischenformen bekannt, deren Eigenschaften ihre Eingliederung unter mehr als einer dieser Hauptformen möglich machen. Derartige Entladungen lassen sich nur durch nähere Angabe ihrer charakteristischen Eigenschaften kennzeichnen. Mischformen sind solche Entladungen, bei denen gleichzeitig nebeneinander mehrere der unter 111 ··· 113 beschriebenen Hauptformen oder Zwischenformen auftreten.

Beispiele für Zwischenformen: Stark anomale Glimmentladung mit einer durch die Entladung zum Glühen gebrachten Kathode (Zwischenform zwischen Glimm- und Bogenentladung). Unselbständige Bogenentladung mit fremdgeheizter Kathode und zusätzlicher Heizung durch die Entladung selbst (Zwischenform zwischen selbständiger und unselbständiger Bogenentladung).

Beispiel für die Mischform: Korona-Entladung (Mischform von Dunkel- und Glimmentladung).

12. Vorübergehende Entladungen.

121. Dunkelentladung: Erklärung wie unter 111.

Beispiel: Erstes Stadium eines sich entwickelnden Durchschlages.

122. Glimmentladung: Entladung, bei welcher Raumladungen den Feldverlauf bestimmen, wobei die Träger im Gas im wesentlichen nur durch Stoßionisation erzeugt werden. Thermische oder autoelektronische Prozesse sollen dabei keine Rolle spielen.

Beispiele: Glimmfunke, Entwicklungsstufe eines Bogenfunkens.

123. Bogenentladung: Entladung, bei welcher Raumladungen den Feldverlauf wesentlich bestimmen, wobei die Träger außer durch Stoßionisation im wesentlichen durch zusätzliche Prozesse im Kathodengebiet erzeugt werden (z. B. durch glühelektrische Emission).

Beispiel: Bogenfunken.

13. Periodische Entladungen.

Entladungen, welche gleiche Reihen verschiedener Zustände wiederholt durchlaufen, unter denen der jungfräuliche Zustand ausgeschlossen ist. An den periodischen Entladungen können verschiedene Hauptformen in regelmäßigem Wechsel beteiligt sein.

Beispiel einer stationären periodischen Entladung: Lichtbogenschwingungen erster Art (überlagerte Wechselstromamplitude < Gleichstrom).

Beispiel einer vorübergehenden periodischen Entladung: Glimmentladung der Blinkschaltung.

Zwischenform einer periodischen Entladung: Wechselstrombogen.

2. Phänomenologische Einteilung der Gasentladungen.

21. Entladungselemente.

Die Gasentladungen lassen sich ihrer mit dem Auge wahrnehmbaren Erscheinung nach zusammensetzen aus einigen wenigen Entladungselementen. Für die eindeutige Beschreibung komplizierter Entladungen empfiehlt es sich, ihren äußerlichen Aufbau aus diesen Elementen anzugeben[1]. Als Entladungselemente werden Entladungsteile bezeichnet, die dem Auge in sich homogen erscheinen.

211. Dunkelraum: Vom Strom ohne wesentliche Lichterscheinung durchsetztes Volumen.

Beispiele: Bei der Anordnung Spitze-Platte an der Plattenoberfläche bei schwachglimmender Spitze; Dunkelräume in der Glimmentladung.

212. Leuchtraum: Vom Strom durchsetztes, leuchtendes Volumen.

Beispiele: Positive Säule einer Glimmentladung, negatives Glimmlicht.

2121. Leuchtfaden: Dünne, langgestreckte, scharfbegrenzte Leuchterscheinung, Längsfeldstärke ein beträchtlicher Bruchteil der Durchbruchsfeldstärke; vermutlich eine kontrahierte positive Säule.

Beispiele: Bei Koronaentladungen und höheren Drucken weit über der Anfangspannung, meist zu mehreren von einem Punkte ausgehend (Büschel).

2122. Stiel: Ähnlich wie Leuchtfaden, jedoch dicker, heller und stromstärker.

Beispiele: Bei großen Elektrodenabständen und höheren Drucken weit über der Anfangspannung, jedoch noch unterhalb der Funkenspannung, meist an einer Elektrode aufsitzend und im Raum in Leuchtfäden aufgespalten (Stielbüschel).

2123. Säule: Im Elektrodenzwischenraum auftretende, leuchtende Strombahn mit einer weit unter der Durchbruchsfeldstärke liegenden Längsfeldstärke.

Vorkommen: Bogensäule, Funkensäule.

2124. Glimmhaut: Flächenhaft verteiltes Leuchten unmittelbar an einer Elektrodenoberfläche.

Beispiele: Koronaentladung knapp über der Anfangsspannung, erste Kathodenschicht bei nicht zu tiefen Drucken.

213. Fußpunkt: Räumlich eng begrenztes, unmittelbar an der Elektrode befindliches Gebiet mit meist besonders hoher Leuchtdichte.

Beispiele: Lichtbogenfußpunkt (Brennfleck), Büschel, Stiel, Funken.

Der Fußpunkt kann sich an der Kathode oder an der Anode befinden. Zwischen den Elementen unter 213 und 212 bestehen stetige Übergänge. Alle Elemente mit Ausnahme der Leuchtfäden (2121) treten bei stationären und vorübergehenden Entladungen auf.

22. Aufbau der Hauptformen aus den Entladungselementen.

Bei den Hauptformen lassen sich zweckmäßig mehrere Gebiete unterscheiden:

die Elektrodengebiete (Kathoden- und Anodengebiet), welche die an die Elektroden angrenzenden Teile einer Entladung umfassen, die sich bereits bei Variation lediglich des Materials und der geometrischen Daten der Elektroden verändern, und

der Entladungsrumpf, der die Entladungsgebiete enthält, die nicht zu den Elektrodengebieten gehören. Seine Existenz ist für das Bestehen einer Entladung nicht notwendig, seine Ausbildung ist nicht an eine bestimmte Gefäßform geknüpft. Besteht der Entladungsrumpf aus einem nach außen im wesentlichen neutralen Gemisch von angeregten und unangeregten Molekülen, Ionen, Elektronen und Lichtquanten, so heißt er „Plasma".

221. Aufbau der Kathodengebiete aus Entladungselementen.

2211. Dunkelentladung: Sie enthält kein besonderes Kathodengebiet.

2212. Glimmentladung: Sie enthält Leucht- und Dunkelräume. Bei hohem Druck (etwa Atmosphärendruck) erscheint das Kathodengebiet als eine an der Kathode aufsitzende, leuchtende Glimmhaut u. U. mit besonders hell leuchtenden Punkten. Bei Übergang zu niederen Drucken dehnt sich das Kathodengebiet in den Raum hinein aus und zeigt sich unterteilt in Leucht- und Dunkelräume. Bei Anwendung starker optischer Vergrößerung zeigt sich dasselbe Bild bereits bei Atmosphärendruck.

Unmittelbar an die Kathodenoberfläche grenzt der im wesentlichen lichtlose Astonsche Dunkelraum. Anschließend folgt ein Leuchtraum, die „erste Kathodenschicht", sodann der Kathodendunkelraum (negativer, Hittorffscher oder Crookesscher Dunkelraum); dieser ist jedoch nicht völlig lichtlos und geht ohne scharfe Grenze aus der ersten Kathodenschicht hervor. Der darauffolgende Leuchtraum, „das negative Glimmlicht", ist durch den oft besonders hellen „Glimmsaum" meist scharf gegen den Kathodendunkelraum abgegrenzt. Das negative Glimmlicht verschwindet allmählich in einem folgenden, dem „Faradayschen Dunkelraum", der zum Rumpf überleitet.

2213. Bogenentladung: Sie enthält einen oder mehrere Brennflecke, deren Aufbau im einzelnen noch nicht bekannt ist. Bei Bogenentladungen mit zusätzlich geheizter Kathode kann der Brennfleck die ganze Kathodenoberfläche bedecken.

222. Aufbau des Anodengebietes aus Entladungselementen.

2221. Dunkelentladung: Sie enthält kein besonderes Anodengebiet.

2222. Glimmentladung: Sie enthält bisweilen einen Leuchtraum, evtl. eine eng an der Anode anliegende

[1] Dadurch lassen sich zahlreiche, meist wenig einprägsame Benennungen insbesondere zusammengesetzter Entladungen vermeiden.

Digitized by Google

Glimmhaut (das Anodenlicht), selten einen dünnen Dunkelraum (die dunkle Anodenschicht) zwischen Anode und Anodenlicht. An das letztere schließt sich der „Anodendunkelraum" an, der bereits zum Rumpf gehört.

2223. Bogenentladung: Sie kann ein oder mehrere Brennflecke enthalten, deren Aufbau noch unbekannt ist. Bei den „Glimmbogen" ist das Anodengebiet das einer Glimmentladung.

223. Aufbau des Entladungsrumpfes aus Entladungselementen.

2231. Dunkelentladung: Sie besteht ausschließlich aus einem den ganzen Raum zwischen den Elektroden ausfüllenden „Dunkelraum".

2232. Glimmentladung: Sie enthält das Gebiet, das sich an den Faradayschen Dunkelraum und entsprechend den Anodendunkelraum anschließt. Dazwischen kann ein Leuchtraum, die „positive Säule", vorhanden sein; sie ist ziemlich scharf gegen die Dunkelräume abgegrenzt, vor allem gegen den Faradayschen. Die positive Säule ist entweder homogen leuchtend („ungeschichtete positive Säule") oder in Leucht- und Dunkelräume in regelmäßigem Wechsel unterteilt („geschichtete positive Säule"). Die Schichten können auf die Kathode zu wandern und dadurch eine ungeschichtete Säule vortäuschen.

2233. Bogenentladung: Sie besteht bei höherem Druck aus einem zusammenhängenden Leuchtraum (Bogensäule). Bei höheren Stromstärken ist die Säule von einem leuchtenden Mantel umgeben (Aureole), aus dem sich durch Deformation infolge von Gasströmungen die „Bogenflamme" ausbilden kann.

Unter vermindertem Druck kann die positive Säule gegen die Elektroden durch Dunkelräume getrennt sein. Die positive Säule kann beispielsweise bei genügendem Abstand zwischen Entladung und Wand völlig verschwinden. Sie kann ebenso wie die positive Säule einer Glimmentladung geschichtet sein.

Wenn sich auch sämtliche Entladungen in die vorher beschriebene Einteilung eingliedern lassen, so ist doch eine besondere Benennung einiger zusammengesetzter Entladungen und einiger Zwischenformen zweckmäßig. Ihrem Auftreten nach unterscheidet man Entladungen im freien Gasraum (23) von Entladungen in der Grenzschicht zweier Medien (24).

23. Besondere Formen der Entladung durch den Gasraum.

231. Korona: Glimmhaut, u. U. mit diskreten Fußpunkten, aus denen bei höherer Spannung Büschel oder Stielbüschel herauswachsen. Im übrigen ist der Raum zwischen den Elektroden dunkel. Die Korona ist eine Mischform zwischen Dunkel- und Glimmentladung; sie ist bei Gleich- und Wechselspannung stationär möglich.

Beispiel: An Hochspannungsleitern, insbesondere bei hohem Gasdruck (Atmosphärendruck).

232. Büschel: Vermutlich Glimmentladung mit einer Reihe getrennter positiver Säulen. Von einem Punkte einer Elektrode ausgehende Vielheit von Leuchtfäden. Die Entladung ist stationär möglich, obwohl jeder einzelne Leuchtfaden nur vorübergehend auftritt.

Beispiel: An Hochspannungselektroden bei großem Gasdruck und Abstand und meist bei kleinem Krümmungsradius.

233. Stielbüschel: Der Stiel ist vermutlich die positive Säule einer Bogenentladung, das Büschel eine Glimmentladung (s. o.). Von einer Elektrode geht ein Stiel aus, der sich im Raum büschelförmig in Leuchtfäden aufspaltet. Anscheinend stationär möglich.

Beispiel: An Hochspannungselektroden bei genügend großem Abstand und hohem (atmosphärischem) Druck.

234. Funken: Kurzdauernder, sich aus der Dunkelentladung über die Glimmentladung entwickelnder Lichtbogen. Die Entladung überbrückt den Raum zwischen den Elektroden durch ein helleuchtende Säule.

Beispiel: Bei ausreichender Spannung zwischen beliebigen Elektroden bei höherem Gasdruck ($\approx > 100$ Tor).

235. Ringentladung: Leuchtende, in sich geschlossene, elektrodenlose Strombahn, oft aus mehreren konzentrischen Teilen verschiedener Farbe zusammengesetzt; ihr Aussehen ist einer positiven Säule ähnlich.

Beispiel: Hochfrequenter Ringstrom in verdünnten Gasen.

24. Formen der Entladung längs Flächen[1].

Entladungen längs Flächen (Gleitentladungen) zeigen sich an der Grenze zwischen dem Gasraum und festen oder flüssigen Isolatoren. Die Gleitentladungsformen entsprechen den räumlichen Entladungsformen; diese sind nur auf Flächen zu übertragen. Ein Quellpunkt der Gleitentladung heißt Gleitpol.

241. Gleitbüschel: Büschel längs einer Oberfläche (nach Toepler Polbüschel).

242. Gleitstielbüschel: Stielbüschel längs einer Oberfläche. Ihre Stiele werden als Gleitstiele bezeichnet, solange sie die Gegenelektrode nicht erreichen (nach Toepler Gleitbüschel).

243. Gleitfunken: Funken längs einer Oberfläche.

3. Definitionen charakteristischer Größen der Gasentladungen.

301. Zündspannung einer Entladungsform: Die kleinste Spannung, die an den Elektroden einer Entladungstrecke liegen muß, damit sich unter den gegebenen Versuchsbedingungen diese Entladungsform entwickeln kann. Ein und dieselbe Entladungstrecke kann je nach der sich ausbildenden Entladungsform verschiedene Zündspannungen haben (Glimmzündspannung, Funkenzündspannung).

302. Anfangsspannung einer Entladungsstrecke: Die Zündspannung der sich aus dem stromlosen Zustand entwickelnden Entladung bei gegebenen Versuchsbedingungen.

303. Grenzspannung einer Entladungsform heißen sämtliche Maxima der vollständigen Stromspannungscharakteristik unter gegebenen Versuchsbedingungen. Wenn mehrere Maxima vorhanden sind, müssen sie eindeutig gekennzeichnet werden.

304. Wiederzündspannung: Zündspannung einer Entladungsstrecke, die von früheren Entladungen her noch Nachwirkungen zeigt; wichtig insbesondere für periodische Entladungen.

305. Brennspannung: Augenblickliche Spannung zwischen den Elektroden während der Entladung.

306. Wendespannung: Brennspannung beim absoluten Strommaximum innerhalb eines Wechsels einer periodischen Entladung.

307. Löschspannung: Diejenige Brennspannung, bei der eine Entladung in eine stromärmere Form umschlägt. Die Löschspannung ist erst durch die Eigenschaften des gesamten Stromkreises bestimmt.

308. Abreißspannung: Die größte (letzte) Löschspannung einer Abreißentladung.

309. Beschränkte Entladung ist eine Entladung, bei der die seitliche Ausdehnung so eng begrenzt wird, daß sich die Entladung nicht frei über einen Querschnitt ausbilden kann.

310. Behinderte Entladung ist eine solche Entladung, bei welcher der Elektrodenabstand oder der Gasdruck nicht genügend groß ist, um eine ungehinderte Ausbildung des Kathodengebietes (oder Anodengebietes) in Richtung der Entladungsachse zu ermöglichen.

311. Der Kathoden- und Anodenfall einer Bogenentladung und der Anodenfall einer Glimmentladung sind definiert als diejenige Spannung, die zwischen Anode bzw. Kathode einerseits und dem bis zur Elektrode extrapolierten Wert des linearen Potentialverlaufes in der Säule andererseits besteht.

312. Der Kathodenfall einer Glimmentladung ist diejenige Spannung, die zwischen der Kathode und dem Minimum der Feldstärke im negativen Glimmlicht auftritt. Der so definierte Wert stimmt nahezu überein mit einer Definition entsprechend 311, ist jedoch von äußeren Entladungsbedingungen unabhängiger. Der Kathodenfall stimmt numerisch nahezu überein mit der minimalen Brennspannung bei gerade noch nicht behinderter Entladung.

Die Definition des „Widerstandes einer Entladung" ist darum unzweckmäßig und zu vermeiden, weil wegen der nichtlinearen Stromspannungscharakteristik der Entladung der Quotient Spannung : Strom oder der entsprechende Differentialquotient in sehr weiten Grenzen schwankt und überdies in hohem Maße von der Änderungsgeschwindigkeit der Zustandsgrößen abhängig ist.

---

[1] Einzelheiten bei M. Toepler, Z. techn. Phys. Bd. 10 (1929), S. 113.

Digitized by Google

Erläuterungen.

Der vorstehende Entwurf gibt ein in sich geschlossenes Schema für die Benennung der elektrischen Entladungen in Gasen. Er verfolgt das Ziel, ein für alle Gasdrucke passendes Benennungssystem aufzustellen, das den in der Literatur und im heutigen Sprachgebrauch verwendeten Bezeichnungen sowie der physikalischen Forschung so weit wie möglich gerecht wird. Vorhandene Wortbildungen sind nur dann verwendet worden, wenn sie nicht den heute gesicherten Anschauungen widersprechen. Andererseits wurde in solchen Fällen, wo mehrere Bezeichnungsweisen üblich sind, stets das einfachere und einprägsamere Wort gewählt.

Die hier gegebene Aufstellung läßt Erweiterungen zu, und zwar sowohl bei den Bezeichnungen der Entladungselemente, wie der aus ihnen zusammengesetzten Entladungen selbst. Um die Übersicht nicht zu gefährden und die Benutzung der vorgeschlagenen Bezeichnungen zu erleichtern, mußte auf eine zu weit reichende Unterteilung verzichtet werden. Der früher[1] veröffentlichte Entwurf „Formen der elektrischen Entladung in Luft von Atmosphärendruck" geht insbesondere bei der Unterscheidung der Hochspannungsentladungen sehr viel mehr als der vorliegende ins einzelne; die seinerzeit geleisteten Vorarbeiten sind jedoch bei der neuen Ausarbeitung berücksichtigt worden.

Die am Schlusse des vorstehenden Entwurfs angegebenen Definitionen beschränken sich auf spezielle charakteristische Größen, deren Benennung bisher meist schwankend war. Eine systematische Aufzählung auch nur der wichtigsten physikalischen Eigenschaften der behandelten Entladungen ist bei dem beschränkten Umfang des Entwurfs nicht möglich; in dieser Hinsicht muß daher auf einschlägige Lehrbücher[2] verwiesen werden.

[1] ETZ 1930, Bd. 51, S. 1470.

[2] R. Seeliger, Einführung in die Physik der Gasentladungen, J. A. Barth, Leipzig 1927. S. Franck, Meßentladungsstrecken, J. Springer, Berlin 1931. A. v. Engel u. M. Steenbeck, Elektrische Gasentladungen, J. Springer, Berlin 1932.

(Schluß folgt.)

SITZUNGSKALENDER.

Deutsche Physikalische Gesellschaft und Deutsche Gesellschaft für technische Physik in Gemeinschaft mit der Deutschen Mathematikervereinigung und Gesellschaft für angewandte Mathematik und Mechanik. 4. bis 8. IX. 1933, 9. Deutscher Physiker- und Mathematikertag in Würzburg.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

F. Stegmann †.

Am 31. VII. d. J. ist Ministerialrat Ferdinand Stegmann in München nach kurzer schwerer Krankheit gestorben. Er ist am 6. X. 1892 in den höheren technischen Telegraphendienst der vormaligen kgl. bayerischen Post- und Telegraphenverwaltung eingetreten, wurde am

F. Stegmann †.

1. VIII. 1894 Abteilungsingenieur, am 1. X. 1908 Oberpostrat und am 1. IV. 1924 Ministerialrat in der Abteilung München des Reichspostministeriums, wo er das technische Betriebsreferat führte. In den Jahren 1904 und 1926 machte er Reisen nach den V. S. Amerika, um dort die amerikanischen selbsttätigen Fernsprecheinrichtungen und Arbeitsverfahren an Ort und Stelle zu studieren. Schon seine erste Reise hat dazu beigetragen, daß München als erste größere Stadt auf dem europäischen Kontinent das selbsttätige Telephon bekam. Er galt als ein sehr erfahrener Fachmann, gehörte dem zwischenstaatlichen Fernsprechausschuß an und war auch Aufsichtsratsmitglied der deutschen Fernkabelgesellschaft. Leider war es Ministerialrat Stegmann, der im Dezember d. J. wegen Erreichung der Altersgrenze zurücktreten wollte und ein arbeitsreiches Leben hinter sich hatte, nicht mehr vergönnt, noch Jahre im wohlverdienten Ruhestande zu verbringen. Wegen seiner vornehmen Gesinnung erfreute er sich großer Beliebtheit nicht nur beim Personal und bei seinen Fachgenossen, sondern auch außerhalb des Dienstes bei all jenen, die mit ihm in Berührung kamen.

M. Ulrich †. Am 1. August d. J. starb plötzlich Herr Marcel Ulrich, der Vizepräsident des Verbandes der französischen Elektrosyndikate, Präsident des Syndikats der Erzeuger und Verteiler elektrischer Energie und Präsident der Internationalen Hochspannungskonferenz. Ulrich verließ 1902 die Ecole Polytechnique von Paris und bekleidete zuerst verschiedene Stellungen in den Bergwerksbetrieben und -untersuchungsanstalten. Dann änderte er sein Tätigkeitsgebiet und widmete sich der Elektroindustrie, im besonderen der Pariser Untergrundbahn, deren Präsident des Verwaltungsrates er wurde. Er hatte an dem Zusammenschluß der Nord-Süd-Linie mit dem übrigen U-Bahnnetz lebhaften Anteil. Gleichzeitig arbeitete er tatkräftig an der Neuorganisation der Elektrizitätserzeugung und -versorgung der Pariser Region mit, die zu einer wirksamen Zusammenarbeit der verschiedenen Elektrizitätsgesellschaften führte, und die vor kurzem mit der Übertragung der hydraulischen Energie aus dem Massif Central über eine 220 kV-Fernleitung nach Paris abschloß.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Kupfer und Aluminium beim Fernleitungsbau in Deutschland und anderen Ländern.

In der ETZ 1933, S. 403, ist der in unserer Hauszeitschrift April/Juni 1932 erschienene Aufsatz „Die Kraftübertragungsleitungen Deutschlands im Vergleich zu denen anderer Länder" rezensiert worden. Der Referent bemerkt zunächst allgemein (S. 404, letzter Absatz):

> Die der Propaganda für Aluminium bestimmte Zeitschrift findet die deutsche Praxis mit ausschließlicher Kupferverwendung für 220 kV als im Gegensatz zur ausländischen Praxis in „kaum verständlicher Einstellung".

Wir wiederholen demgegenüber im folgenden lediglich einige besonders charakteristische Zahlen aus unserer Statistik. 80 % aller ausländischen 220 kV-Leitungen (rd. 6300 Streckenkilometer, davon allein rd. 5000 km in den V. S. Amerika) sind mit Stahlaluminium- bzw. Aldreyseilen belegt, dagegen alle deutschen 220/380 kV-Leitungen (rd. 1800 km) mit Kupferhohlseilen. In England sind die Primärleitungen mit 132 kV Betriebspannung des neuen großen, noch im Bau befindlichen Übertragungsnetzes, des sogenannten „Grid-Systems", zu 100 % in Stahlaluminium verlegt. Die Schweizer Leitungen über 130 kV bestehen zu 90 % aus Leichtmetall (Reinaluminium, Stahlaluminium und Aldrey), ebenso sämtliche 130 ··· 220 kV-Leitungen Frankreichs.

Diese statistischen Zahlen über den Aluminiumanteil bei den Höchstspannungsleitungen der ganzen Welt und den Übertragungsleitungen von 30 kV aufwärts der europäischen Industrieländer, Deutschland, England, Frankreich, Schweiz, sind völlig objektiv ermittelt worden und halten jeder Nachprüfung stand. Die Zahlen sprechen allerdings für sich selbst und stellen somit wohl eine Propaganda für Aluminium dar. Es ist ohne Kommentar ersichtlich, daß Aluminium im Hochspannungsleitungsbau

Digitized by Google

des Auslandes, nicht zuletzt gerade in den Hauptproduktionsländern des Kupfers selbst — England und V. S. Amerika —, in weit größerem Maße verwendet wird als in Deutschland, wo besonders heute gerade das größte volkswirtschaftliche Interesse dafür bestände.

Der Referent versucht, bei Frankreich volkswirtschaftliche Argumente zur Erklärung einer erhöhten Aluminiumverwendung heranzuziehen, da Frankreich im Besitze von Bauxitlagern und Wasserkräften ist (S. 404, 2. Absatz).

Es ist jedoch volkswirtschaftlich nahezu belanglos, ob das Ausgangsmaterial der Aluminiumerzeugung, der Bauxit, im Lande vorkommt oder nicht, da nur etwa 3 ··· 4 % der Gesamtgestehungskosten des Aluminiums auf die Förderung und den Transport des Bauxits entfallen. Das Aluminium ist also auch in Ländern ohne Bauxitvorkommen, z. B. in Deutschland, zu 96 ··· 97 % als „inländisches" Produkt zu bezeichnen.

Auch der größte Teil der deutschen Aluminiumproduktion wird wie in Frankreich mit Hilfe von Wasserkraftstrom hergestellt.

Unsere Bemerkung am Schluß unseres Aufsatzes, daß die deutsche Leitungsbaupraxis sich bezüglich Aluminiumverwendung im ausgesprochenen Gegensatz zum Ausland befindet und diese Einstellung (volkswirtschaftlich) kaum verständlich ist, glauben wir also durchaus zu Recht gemacht zu haben.

Auf die übrigen Hinweise und Bemerkungen, durch die der Referent diese Tatsachen zu „erklären" versucht, müssen wir uns aus Platzmangel versagen näher einzugehen. Es sei noch kurz darauf hingewiesen, daß für die deutschen 220/380 kV-Höchstspannungsleitungen technisch genau so wenig Gründe zur Verwendung von Kupferhohlseilen bestanden wie für die amerikanischen mit geerdetem Nullpunkt (S. 403, 2. Absatz links unten), denn

1. weisen normale Stahlaluminiumseile schon Durchmesser bis zu 40 mm auf, was zur Erzielung praktischer Koronafreiheit für 220 kV-Leitungen bekanntlich genügt, und
2. kann man natürlich auch Stahlaluminiumseile als Hohlseile ausbilden, wenn auf 50 mm Seildurchmesser mit Rücksicht auf spätere Erhöhung der Betriebsspannung gegangen werden muß.

Zu der Preisgegenüberstellung annähernd leitäquivalenter Aluminium- und Kupferseile ist zu bemerken, daß, abgesehen davon, daß dem Referenten ein Rechenfehler zu Ungunsten des Aluminiums unterlaufen ist, heute doch auch die volkswirtschaftlichen Argumente nicht außer acht gelassen werden dürfen. Bei Verwendung von Kupfer für Leitungsneu- und -umbauten geht der deutschen Volkswirtschaft nicht nur der Arbeitsaufwand verloren, der für die Herstellung der entsprechenden Menge Aluminium notwendig gewesen wäre, sondern es sind auch noch die Devisen für die Einfuhr des Kupfers aufzubringen. Der reine Preisvergleich sollte heute — wie es auch in neuen Verordnungen der Regierung zum Ausdruck kommt — nicht mehr allein dafür maßgebend sein, ob eine Maßnahme volkswirtschaftlich richtig ist oder nicht.

Lautawerk (Lausitz), 2. VI. 1933.

Vereinigte Aluminium-Werke AG.

Hierzu geht uns seitens des Referenten folgende Erwiderung zu.

Die beanstandete „Bemerkung" des Referats bezieht sich keineswegs auf die Glaubwürdigkeit der wertvollen statistischen Zahlen selbst als auf die daraus hergeleiteten Angriffe gegen die deutsche Elektrotechnik. Die bloße Feststellung der Tatsache, daß etwas in den andern Ländern anders gemacht wird als bei uns, genügt doch noch nicht, die deutsche Technik als . . . in kaum verständlicher Einstellung zu erklären. Es dürfte sehr schwer sein, dem ganzen Interessenkomplex nachzuspüren, warum, laut Statistik, in den einzelnen Ländern (z. B. England) Aluminium bevorzugt worden ist. Das wäre auch von keinem sonderlichen Interesse für uns, zumal die Gründe, die Preisfrage und frühere Annahmen durch Zeit und Praxis verändert worden sind. So z. B. ist bei einer Reihe der deutschen Hochspannungsleitungen doch wohl hauptsächlich deshalb Aluminium gewählt worden, weil nach dem Kriege Aluminium eher wieder in den von der Elektrotechnik benötigten Mengen in Deutschland erhältlich war als Kupfer. Man kann beim Vergleich mit Deutschland da nur mit der gleichen Beweisführung des Gegenreferenten entgegnen, daß die deutsche Elektrotechnik aus vielen technischen Gründen und Erfahrungen dem Kupfer den Vorzug gegeben hat und diese Praxis sie nie enttäuscht hat, wie das beim Aluminium öfters der Fall war — und daß hinsichtlich der Korrektheit seines Leitungsareals Deutschland hinter keinem Land der Erde zurücksteht und auch Amerika nur bei den großen Höchstspannungsleitungen damit in Vergleich kommen kann unter Einschränkungen bzw. des bereits über die Spannung gegen Erde Gesagten.

Schon aus Mangel an Platz und Interesse wäre es aber ganz unerwünscht, hier etwa die ganze lange Streitfrage — ob Kupfer, ob Aluminium — erneut aufrollen zu wollen. Erfahrungsgemäß kommt man damit doch nie zum Schluß, weil bei allen entgegengehaltenen Tatsachen die Al-Leute behaupten: „Heute sind bei dem erzielten Reinheitsgrad und besten Legierungen Aluminiumleitungen einwandfrei." So hieß es bei der ersten Einführung von Aldrey und heute wieder.

Selbst zugegeben, daß das der Fall sein kann, man müßte aber dann das Risiko der Bewährung in der Praxis auf seine Kosten ausproben, während ein billigeres und ohne solche Vorsichtsmaßnahmen zu verlegendes, auch bzw. der Masten billigeres, technisch durchaus erstklassiges Material, wie Kupfer, zur Verfügung steht. — Ein edles Metall, das auch noch als Altmaterial einen hohen Wert behält, so daß jede Tonne importierten Kupfers eine Vergrößerung des Nationalvermögens und der Wehrbereitschaft ist. Man denke nur daran, von welch' lebenswichtiger Bedeutung die Kupfervorräte in den deutschen Leitungen im Weltkriege für uns waren, wo die Grenzen für Auslandskupfer — natürlich auch Bauxite — blockiert waren.

Der gerügte Druckfehler — die Zahl im Nenner des Bruches muß 600, nicht 630 lauten — ändert nichts an der aus vielen Erfahrungen resultierenden Zahl der Mehrkosten von 20 ··· 25 % für Aluminiumleitungen.

Um die volkswirtschaftliche Seite der Frage zu lösen, müßte doch wohl erst einmal unparteiisch festgestellt werden, ob der volkswirtschaftliche Vorteil bei der Aluminiumfabrikation aus doch auch „gegen Devisen" bezogenem Bauxit so groß ist, daß dadurch die vielerlei Mehraufwendungen der Leitungsverlegung mit ihren Rückwirkungen auf die Löhne usw. aufgewogen werden. Schon bei der Fabrikation der Kupferleitungen ist vornehmlich deutsche Arbeit beteiligt. Von dem deutschen Inlandsverbrauch[1] von 1932 von 187 000 t waren 160 000 t in Deutschland erzeugt, 83 % des Raffinadekupfers waren im Inland hergestellt — selbst die Verhüttung deutscher Kupfererze ist im Steigen.

LITERATUR.

Besprechungen.

Switchgear Practice. Von H. E. Poole. Mit 100 Abb., XI u. 227 S. in 8°. Verlag Chapman & Hall, Ltd., London 1931. Preis geb. 15 s.

Das Buch beabsichtigt, eine Übersicht über die Praxis des Baues von Schaltgeräten und Schaltanlagen auf Grund langjähriger Erfahrungen des Verfassers zu geben, wobei besonders auf die am meisten verwendeten normalen Ausführungsformen Wert gelegt werden soll. Demzufolge befaßt sich der Inhalt mit einer großen Zahl der verschiedenartigsten Geräte, vom Schalttafelinstrument angefangen bis zu den größten Ölschaltern, wobei englische und kontinentale, d. h. meist deutsche Ausführungsformen nebeneinander beschrieben werden.

Die gebräuchlichen Schutzsysteme, Angaben über Abstände und Prüfspannungen für Hochspannungsgeräte nach deutschen und englischen Vorschriften, Niederspannungsmaterial, konstruktive Einzelheiten von Ölschaltern, Überspannungsableiter und Schalttafelinstrumente bilden den Inhalt der ersten 7 Abschnitte. Die Abschnitte 8 bis 14 behandeln dann den Zusammenbau von einzelnen Schaltgeräten zu Schaltgruppen, wobei besonders auf die verschiedensten konstruktiven Möglichkeiten bei Schalttafeln in Unterstationen eingegangen und auch die neuere Bauweise mit ausfahrbaren Schaltfeldern und die gußgekapselten Hochspannungsanlagen mit vergossenen Sammelschienen erwähnt werden. Die letzten Abschnitte 15 bis 20 endlich behandeln in verhältnismäßig kurzen Ausführungen den Aufbau der Schaltpulte und Schalttafeln in Kraftwerk-Schaltanlagen, Mastschaltzeug und Industrieverteilungen einschließlich schlagwettergeschützter Verteilungen und endlich als neue Entwicklungsbeispiele das englische und irische Hochspannungsnetz für 132 bzw. 100 kV und die zu ihnen gehörigen neueren Ölschalter.

[1] VDI-Nachr. 1933, Nr. 24, S. 1.

Digitized by Google

Die Darstellung ist durchgehend äußerst einfach gehalten und erwähnt nur selten die physikalischen Problemstellungen, aus denen heraus die Ausführungsformen, sowohl der einzelnen Geräte als auch der Schaltanlagen, entstanden sind. So wird z. B. die Ölschalter-Konstruktion ohne Bezugnahme auf den physikalischen Vorgang beim Abschalten des Lichtbogens unter Öl beschrieben, ebenso ist auf die Schaltleistung der Schaltgeräte nicht eingegangen worden und auch die Darstellung des Einflusses des Industriebetriebes auf die Form und Ausführung der Niederspannungsanlagen unterblieben.

All diese verhältnismäßig neuen Fragestellungen sind übergangen worden, weil der Verfasser sich anscheinend bewußt nicht an die an der Weiterentwicklung im Schalterbau arbeitende Fachwelt wenden wollte, sondern zu denen spricht, die beginnen, sich mit dem Bau von Schaltgeräten und Anlagen zu befassen, und denen auf Grund des zur Zeit üblichen Vorbildungsganges das gesamte Arbeitsgebiet neu ist.

Das Buch stellt also gewissermaßen ein Handbuch der Maschinenelemente des Schaltgerätebaues dar und gibt eine gute Aufzählung und Beschreibung der am häufigsten angewandten Geräte mit vielen für den Konstrukteur wichtigen Einzelangaben und Maßen.

Über diesen Rahmen hinaus bietet das Werk dem deutschen Konstrukteur eine wertvolle Möglichkeit des Vergleiches seiner Geräte mit den in England für den eigenen und für den Überseebedarf gebräuchlichen Ausführungsformen, da naturgemäß trotz der dauernden Gegenüberstellung englischer und kontinentaler, d. h. deutscher Konstruktionen wesentlich mehr über englische als über deutsche Ausführungsformen berichtet wird.

H. Besold.

Die Wirtschaftlichkeit des Antriebes von Dreschsätzen durch Schlepper oder Elektromotoren. Von Dipl.-Ing. A. Buch. Mit 23 Abb. i. Text u. 32 S. in 8°. Verlag der Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V., Berlin 1932. Preis geh. 1 RM.

In der 32 Seiten umfassenden Schrift bespricht der Verfasser die von ihm an einem Hanomag-Schlepper von 28/32 PS und einem Lanz-Groß-Bulldog 22/28 PS durchgeführten Versuche über den Brennstoffverbrauch unter Berücksichtigung aller sich im praktischen Betriebe einstellender Verhältnisse. Um eine objektive Ermittlung der Verbrauchswerte zu gewährleisten, waren als Versuchsmaschinen solche genommen worden, welche bereits die halbe Lebensdauer gearbeitet hatten.

Die Auswertung der durchgeführten Brennstoffverbrauchs-Messungen hat die Ermittlung der Kosten zum Endziel, die eine Kilowattstunde beim elektrischen Dreschen im Grenzfalle ausmachen darf. In einer Reihe von Fluchtlinien-Tafeln werden für alle in der Landwirtschaft normalerweise vorkommenden Betriebszustände die entsprechenden Werte dargestellt. Den möglichen Preisschwankungen für Betriebstoffe usw. ist dadurch Rechnung getragen, daß ein genügend großer Beurteilungsbereich für alle voraussichtlich möglichen Preisverhältnisse gewählt wurde.

Der Zweck dieser Abhandlung soll in erster Linie darin bestehen, daß die deutschen Elektrizitätswerke in die Lage versetzt werden, sich an Hand der ermittelten Betriebskosten ein Bild über die Wettbewerbsfähigkeit ihrer landwirtschaftlichen Stromtarife zu machen. Die durchgeführten Rechnungen zeigen, daß der „Elektrodrusch" bei tragbaren Strompreisen wirtschaftliche und betriebliche Vorteile bietet.

B. Thierbach.

Eingegangene Doktordissertationen

Hans Boekels, Kathodenoszillographische Untersuchungen. T. H. Aachen 1933. (Sonderdr. aus Arch. Elektrotechn. Bd. 25, 26 u. 27, Verlag Julius Springer, Berlin.)

Karl Buss, Kathodenoszillographische Untersuchungen. T. H. Aachen 1931. (Sonderdr. aus Arch. Elektrotechn. Bd. 24, 25 u. 26, Verlag Julius Springer, Berlin.)

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Der elektrotechnische Außenhandel der UdSSR im Jahre 1931[1]. — Die Einfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse im Jahre 1931 hat einen neuen Zuwachs gezeigt, sie übertraf das Vorkriegsniveau um das Sechsfache. Dem Jahr 1930 gegenüber hat sie sich um 44 % mengenmäßig und um 11 % dem Werte nach erhöht und betrug 4,84 % der Gesamteinfuhr der UdSSR, was auf eine Steigerung des Anteils der Einfuhr von elektrotechnischen Erzeugnissen deutet. Die Gesamteinfuhr in die UdSSR ist aus folgender Zahlentafel 1 ersichtlich, in welcher der Wert zu Gegenwartspreisen in RM[1] cif Einfuhrhafen oder franko Sowjetgrenze ausschl. Einfuhrzoll angegeben ist[2, 3].

Zahlentafel 1. Einfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse nach der UdSSR.

Erzeugnisse	1931		1930	
	Menge t	Wert in 1000 RM	Menge t	Wert in 1000 RM
Maschinen	11 670	34 106	7 168	24 268
Transformatoren	3 944	9 657	4 953	15 617
Einzelteile	1 165	6 448	886	3 472
Apparate	7 274	40 059	7 238	41 080
Kabel und Drähte	1 775	2 203	424	998
Glühlampen	1	45	4	195
Montagematerial	580	2 687	189	980
Kohlenerzeugnisse	7 626	5 221	3 453	4 020
Meßapparate	143	3 095	306	5 677
Akkumulatoren und Elemente	240	2 316	245	2 143
Schwachstromvorrichtungen	65	1 722	142	2 638
Elektromedizinische Waren	31	527	56	915
Elektrische Lokomotiven, Schweißapparate usw.	2 133	8 001	630	2 685
Isolatoren	1 023	2 017	415	[illegible]
Verschiedenes	7	42	2	
Summe	37 677	118 146	26 111	103 063

Das Jahr 1931 hat eine Verringerung des Durchschnittswertes pro t von 4065 RM auf 3135 RM aufgewiesen. Die Zunahme der Einfuhr hat infolge der Steigerung des Anteils hauptsächlich an Maschinen und Einzelteilen stattgefunden, das sind elektrische Maschinen von über 100 kg Stückgewicht, Hochleistungsgeneratoren und Maschinen-Einzelteile. Außerdem ist ein Zuwachs der Einfuhr von Kabeln, elektrischen Schweißapparaten und Elektroöfen sowie Installationsmaterial zu verzeichnen. Unterdessen ist die Einfuhr von Starkstromapparaturen, Meßinstrumenten,, elektromedizinischen Waren und Glühlampen gesunken. Den Anteil verschiedener Länder veranschaulicht Zahlentafel 2 (alle Warengruppen mit Ausnahme von Kabeln und Drähten).

Zahlentafel 2. Anteil der Ursprungsländer.

Ursprungsland	1931		1930	
	Menge t	Wert in 1000 RM	Menge t	Wert in 1000 RM
Deutschland	21 440	60 203	11 516	46 289
%	59,7	51,9	46,3	44,0
V. S. Amerika	6 706	27 570	6 456	26 428
%	18,8	23,8	25,1	25,2
Italien	3 387	8 016	68	296
%	9,4	6,9	0,3	0,3
England	1 481	6 564	2 097	7 886
%	4,1	5,7	8,2	7,5
Schweiz	474	5 238	725	5 908
%	1,3	4,5	2,8	5,6
Österreich	739	3 180	1 712	7 145
%	2,1	2,7	6,7	6,8
Schweden	225	2 540	889	4 095
%	0,6	2,2	3,5	3,9
Übrige Länder	1 450	2 632	1 824	7 018
%	4,0	2,3	7,1	6,7
Summe	35 902	115 943	25 687	105 065

Diese Zahlen zeigen eine neue Steigerung des Anteils Deutschlands an der Einfuhr, der mehr als die Hälfte der gesamten Einfuhr von 1931 betrug. Die Einfuhr aus den V. S. Amerika blieb ohne Veränderung, während Österreichs Anteil gesunken ist. Die Einfuhr aus Frankreich hat fast gänzlich aufgehört, die aus Italien hat dagegen stark zugenommen.

Die Ausfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse betrug im Berichtsjahr 361 t im Wert von 1 804 000 RM gegenüber 148 t bzw. 810 000 RM im Jahr 1930.

N. Dehn, Leningrad.

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 1480.

[1] 1 RM = 0,46 Rbl.

[2] Nach „Der Außenhandel der UdSSR" 1931, N 12(78), Moskau 1931.

[3] Die statistischen Angaben der UdSSR stimmen in betreff des Außenhandels mit denen anderer Länder bzw. Deutschlands nicht vollkommen überein. Die Preise der Einfuhrwaren sind cif Sowjetgrenze oder franko Einfuhrhafen, also einschl. Transportkosten berechnet. Außerdem werden die Einfuhrwaren im Augenblick des Grenzübertrittes registriert; so kommt es vor, daß die Waren, die in einem Jahre ausgeführt sind, erst im nächsten Jahre in der Sowjetunion eintreffen.

Die Statistik der UdSSR notiert im Gegensatz zu der Deutschlands die Waren nicht nach den die Waren erzeugenden, sondern nach den ausführenden Ländern.

Abschluß des Heftes: 18. August 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

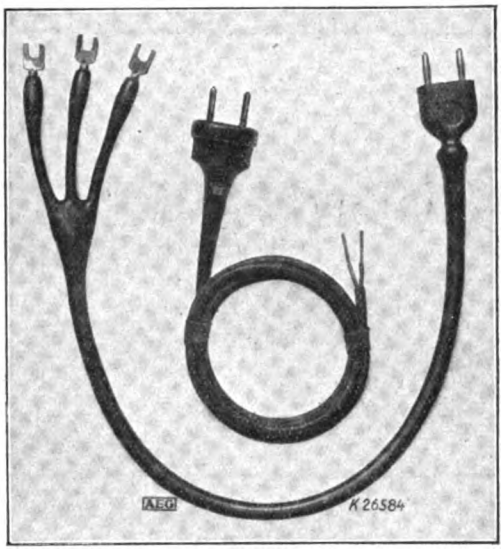
Digitized by Google

Neue Leitungen für den Rundfunk.

Mitteilung der AEG.

Der Bau billiger Volksempfänger stellt den Konstrukteur vor die Aufgabe, die Verluste innerhalb des Empfangsgerätes so gering wie möglich zu halten, um eine wirtschaftliche Ausnützung der von der Antenne aufgenommenen schwachen Energien zu erzielen. Hierbei ist besonderes Gewicht auf den Leitungsteil zu legen, für den von der AEG neuzeitliche, den verschiedenen Verwendungszwecken angepaßte Leitungen ausgebildet worden sind. Der große Bedarf an Leitungen, den die drahtlose Telegrafie und Telefonie dauernd für ihren Sende- und Empfangsbetrieb hat, mußte auf die Leitungsindustrie außerordentlich befruchtend wirken und zu einer schnellen Entwicklung ganz neuer Isolationsarten führen. Das Ergebnis dieser teilweise recht schwierigen Vorarbeiten auf diesem Gebiete ist eine vielfältigere Zahl von Sonderdrähten und -leitungen, als bei irgend einem andern Installationszweig.

Als Verbindungsleitung innerhalb des Empfangsgerätes findet der AEG-Schaltdraht in steigendem Maße Verwendung. Nach langen Versuchen wurde eine neue Art der Celluloselackierung gefunden, die einen besonders hohen Isolationswiderstand hat und daher auch den höchsten Anforderungen in dieser Beziehung gerecht wird. Die Isolation dieser Schaltdrähte hat ferner eine gute Durchschlagfestigkeit, was für die Spannungsprüfung des fertigen Gerätes wichtig ist. Die Celluloselackierung ist sehr biegsam und gestattet selbst scharfe Krümmungen des Drahtes; ihre Geschmeidigkeit behält sie auch nach längerem Lagern fast unverändert bei. Für die Fließfertigung von Empfangsgeräten bedeutet die Möglichkeit eines leichten Abisolierens der Schaltdrähte eine große Ersparnis. Auch Schaltfehler lassen sich durch die wenigen, leicht unterscheidbaren Grundfarben der Lackierung gut vermeiden. Durch die neuen mehrfarbigen AEG-Schaltdrähte sind bei Geräten mit vielen Stromkreisen weitere Kombinationsmöglichkeiten gegeben; zudem wird durch diese Ausführung die Schaltarbeit in künstlich beleuchteten Fabrikräumen wesentlich erleichtert. Die elektrische und mechanische Güte der Isolation der Schaltdrähte ist besonders wichtig, wenn unmittelbar über der Isolation eine geerdete Metallhülle liegt; derartige abgeschirmte Schaltdrähte sind für gewisse Stromkreise üblich und werden in verschiedenen Ausführungen hergestellt.



Kabelsatz mit Kabelschuhen und Anschlußleitung mit Weichgummistecker.

Für den Anschluß von Netzgeräten werden leichte, unauffällige Zuleitungen bevorzugt. Diesem Wunsche ist der VDE durch Einführung einer neuen, beflochtenen Gummischlauchleitung (Typ NLG) nachgekommen. Sie hat einen besonders geringen Außendurchmesser und eine in neutralen Farben gemusterte Kunstseidenbeflechtung, dabei aber gleichzeitig die übrigen Vorzüge der Schlauchleitungen, eignet sich also ganz besonders als Anschlußleitung. Durch die völlige Umkleidung der Leitungsadern mit Gummi ist eine hohe Lebensdauer und eine große Betriebsicherheit der Schlauchleitungen gegeben, Vorzüge, welche dieser Leitungsart innerhalb weniger Jahre zu einer umfassenden Verwendung verholfen haben. Die Weichgummiumkleidung hat aber in letzter Zeit auch den Anlaß zu einer ganz neuen Entwicklung der Installationstechnik gegeben. Man hat die Gummiumkleidung auch auf die Installationsteile ausgedehnt, die in Verbindung mit der Leitung gebraucht werden, nämlich Wand- und Gerätestecker, sowie Kupplungssteckdosen, und hat also eine untrennbare Einheit zwischen Leitung und Stecker geschaffen, bei deren baulicher Durchführung man auch schädlichen Knickbeanspruchungen an der Uebergangstelle vom Stecker zur Leitung wirksam begegnen kann. Der neue AEG-Weichgummistecker (Abb.) hat vor allem den Vorzug der Unzerbrechlichkeit; da die im Innern befindlichen, nicht zugänglichen Verbindungen der Leitungsadern mit den Steckerstiften in der Fabrik sachgemäß ausgeführt werden, ist zudem ein Lockerwerden der Kontakte, auch nach längerem Gebrauch unmöglich. Der Steckerkörper ist bis auf die in einen festen Isolierkörper eingepreßten Stifte vollständig von einem starken und zähen Gummimantel umkleidet; er hat also keine verlierbaren Teile. Die häufig zu Aderbrüchen neigende Leitungseinführung in den Stecker ist als konisch auslaufende Uebergangstelle ausgebildet, die zugleich als Zugentlastung und Verdrehungsschutz wirkt.

Diese Neuerung wird in Verbindung mit nackten (unbeflochtenen) Schlauchleitungen geliefert und eignet sich in Starkstromausführung für den Netzanschluß von Empfangsgeräten. Eine besonders vielfältige Anwendung findet aber die Schwachstromausführung in der Fernmeldetechnik. An Stelle des Starkstromsteckers tritt hierbei der ein- oder mehrpolige Bananenstecker oder Kabelschuh, der mit Weichgummi umkleidet und organisch mit der zugehörigen Leitung verbunden ist. Auch Gabelungen von Kopfhörerschnüren oder auch Abzweigungen werden mit einem allmählich nach den drei Leitungszweigen auslaufenden, herzförmigen Verstärkungsteil aus Weichgummi versehen; derartige Abzweigungen sind denkbar gut geschützt und verdrehen oder verknoten nicht. Weiterhin läßt sich das Leitungsende in der gleichen Weise mit einem Zugentlastungsknoten versehen, der in den Gehäuseteil eingepaßt ist. Es werden auch vollständige Kabelsätze hergestellt mit mehreren Verzweigungen, sowie besonders gestalteten Vielfachsteckern, Steckerbuchsen oder Kabelschuhen an den einzelnen Leitungszweigen, die in ihrer Gesamtheit, mit Ausnahme der Kontaktflächen mit einem lückenlos umhüllenden Weichgummimantel versehen sind. Derartige Leitungsätze verschiedenster Ausführung finden Verwendung für tragbare Sende- und Empfangsgeräte, für den Bordfunk auf Schiffen und Flugzeugen, sowie für Heereszwecke. Ihr größter Vorzug liegt, abgesehen von der besseren Widerstandsfähigkeit auch bei wenig schonender Behandlung, in der sicheren Vermeidung aller Störungen durch Wackelkontakte, lockere Steckerstifte oder Aderbrüche; ihr Gebrauch ist besonders in Fällen gegeben, in denen eine Betriebstörung unter allen Umständen vermieden werden muß.

Das Streben nach einem einwandfreien Rundfunkempfang führte dazu, dem Fernhalten von Störungen aus dem Starkstromnetz erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken. Gemeinsam mit Telefunken wurde von der AEG eine neue abgeschirmte Antennenzuleitung von geringer Kapazität entwickelt, welche die Aufgabe hat, die von der Antenne aufgenommene, geringe Energie möglichst verlustlos und unbeeinflußt durch fremde Störfelder zum Empfangsgerät zu leiten. Entsprechend der praktischen Verwendung wird die Leitung in zwei Ausführungen, für Außen- und Innenverlegung, mit passenden Anschlüssen für die Antenne und für das Empfangsgerät hergestellt.

Digitized by Google

Ingenieur

12 Jahre Praxis im Maschinenbau (Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Wasserturbinen), 12 Jahre Praxis in Elektrotechnik, Projektierung, Bau und Betrieb von Kraftanlagen im In- und Ausland. 4 Fremdsprachen, mit umfangreichen kaufmännischen Kenntnissen, gewandt im Verkehr mit Publikum u. Behörden, in ungekündigter Stellung, sucht Stellung als **Betriebsleiter** oder Ähnliches. Gefällige Zuschriften unter **E. 3573** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Stellengesuch

Der unterzeichnete bisherige **Betriebsleiter der WasserKraftwerke Häusern u. Eichholz** d. **Schluchseewerk A.-G.** sucht, gestützt auf eine 10jähr. Praxis im Bau u. Betrieb großer Wasserkraftwerke u. auf allerbeste Zeugnisse und Empfehlungen, einen neuen seiner bisherigen Tätigkeit entspr. Wirkungskr. **Oskar Blum, Hallturm,** Bezirksgericht Land. [3569]

Elektroing.

(Dipl.-Ing.), 27 J., sucht Stellung, als Offerting. u. für Kundenverkehr. Bisheriges Arbeitsgebiet: Elektrowärme. Gr. Fleiß und Ausdauer z. Einarbeitung in jedes Arbeitsgebiet. Angeb. unt. **E. 3585** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbeten.

Spezialist für elektrisch beheizte Glüh- und Trockenöfen jeder Art gesucht.

Bewerber müssen über langjährige Praxis und reiche Erfahrungen in der Projektierung, Berechnung, Konstruktion, Montage sowie im Versuchsfeld verfügen. Akademiker bevorzugt.

Ausführliche Angeb. unter **E. 3575** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Ser. Verwertungsinter. gesucht, für aus Versuchen entstandenes

Elektrokunstholz

Unflammb., formbar, Sperrholzähnlich. Gefl. Zuschr. u. **E. 3582** a. d. A.-A.d.ETZ, Bln. W9, erb.

Wir suchen für die **technisch-wirtschaftliche Ueberwachung und Beratung** mehrerer Elektrizitätswerke einen akademisch gebildeten

Ingenieur

Fachrichtung Elektrotechnik, der über praktische Erfahrungen bei Ueberlandzentralen oder größeren Stadtbetrieben verfügt und mit neuzeitlichen Tarifen vertraut ist.

Bewerber, nicht unter 30 Jahren, aus den Kreisen der nationalen Bewegung werden gebeten, ihre Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschr. u. Gehaltsanspr. einzusenden unter **E. 3581** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Baden — Rheinpfalz

Generalvertreter eines großen Werkes, gut eingeführt in obigen Bezirken, sucht Verbindung mit erstklassigen Fabriken der Elektro-Branche: Elektr. Herde, Waschmaschinen usw. Allerbeste Verbindungen vorhanden. Laufende Besuche m. eigenem Wagen. Büro, Lager usw. vorhanden. Off. u. **E. 3578** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erb.

Dipl.-Ing.

(Starkstr. T.), Ende 20, led., gute theor. u. prakt. Kenntn., mehrj. Praxis b. Großfirma, Ia Zeugn., Erfahrg. in Betrieb-Berechnung und Konstr. elektr. Masch., leichte Auffassungsgab., franz., engl. u. span. Sprachkenntn., in ungek. Stellung, wünscht sich zu verändern. Labor. oder Prüffeld erw. Angeb. u. **E. 3577** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9, erb.

Schriftsteller-Ingenieur

mit licht- und beleuchtungstechnischen Kenntnissen, der imstande ist, gemeinverständliche, werbende Aufsätze über diese Gebiete zu verfassen, **gesucht.** — Angebote befördert **Ala, Berlin W 35, Potsdamer Str. 27 a** unter **B. N. M. 5162.** [3576]

Elektro-Ing.

Spezialist: Projektierg. v. Werkzeugmasch.-Antrieben jegl. Art, v. Fabrikeinrichtg. u. Install., Bau v. Spezialmotoren u. Schaltgeräten, gew. im schriftl. u. mündl. Verkehr, gute Betriebserfahr. b. Großfirmen, 36 J. alt, pflichtbewußt u. selbst. arb., sucht Wirkungskr. Off. u. E. 3584 a. d. A.-A.d.ETZ, Bln. W9, erb.

Selbständiger

Konstrukteur

f. **Widerstands-Schweißmaschinen** gesucht. Bewerber müssen mögl. Fachkenntnisse oder Praxis im modernen Werkzeugmaschinenbau besitzen. Sie müssen absolut firm sein in Fertigkeitsrechnungen und die Wechselstromlehre beherrschen. Ausführl. Off. erb. unt. **E. 3583** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Tüchtiger, absolut selbständiger

Betriebsleiter

für mittleres Elektromotorenwerk mit einer Monatsproduktion von ca. 200 Elektromotoren von 0,2 bis 100 PS sofort gesucht.

Herren mit abgeschlossener Schulbildung, welche in der Lage sind, Elektromotoren für Dreh-, Wechsel- und Gleichstrom absolut selbständig berechnen und die Fabrikation der Motoren in der Fabrik sicher und energisch überwachen und leiten zu können, wollen Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Referenzen, Lichtbild sowie Gehaltsansprüche richten unter **E. 3571** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Drehstrom-Schwungrad-Generator

mit Erregermaschine 250 kVA, cos φ = 0,8, 150 Umdr./M 220/380 V z. k. ges. Ang. m. Ang. üb. Fabrik., Alter, Standort u. **E. 3588** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erb.

Elektro-Ingenieur

22 Jahre, gute Zeugnisse, sucht Anfangsstellung zum 1. Oktober oder später. (In- oder Ausland). Abgeschloss. Studium in allg. Elektro-, speziell Meß- und Zählertechnik.

Angeb. unter **E. 3572** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Jüngerer

Schwachstromtechniker

erfahren i. elektr. Meßwesen, Wechselstromtechnik, praktische Erfahrungen in der Verstärkertechnik, Laboratoriumspraxis, für sof. Eintritt ges. **Schriftl.** Bewerbungen m. Zeugnisabschriften, Lebenslauf und Lichtbild erb.

Electroacustic

G. m. b. H. **Kiel, Werk Ravensberg.** (3574)

Italienische Gesellschaft für Elektroindustrie würde einige

Vertretungen

für erstklassiges Material der meßtechnischen u. Betriebskontroll-Branche übernehmen. Nur bereits gut eingeführte Spezialartikel können berücksichtigt werden. Offerten unter **E. 3579** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Zu kaufen gesucht:

1 Drehstromsynchrongenerator einschl. Erregermaschine. Nennleistung 100 kVA cos φ 0,7 oder 0,8 Spannung, 400 V. Drehzahl 1500 U/min. oder 1000 U/min. einschl. Feldregler für Hand- u. selbsttätigen Betrieb. Als Antrieb für den Generator soll ein Gasmotor verwendet werden.

Angeb. sind zu richten unt. **E. 3587** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Ing.-Büro

(Sitz Bremen) gegr. 1908, gut eingeführt bei den El.-Werken und der Industrie sucht Vertretung je einer leistungsfähigen

Spezialfabrik

für Hochspannungs-Schaltgeräte und Phasenschieber-Kondensatoren. Angeb. unter **E. 3580** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

In 5 Minuten [3586]
Nichtraucher
Das größte Wunder! Erfolg garant. Ausk. kostenl.
Adolf Ebert G. m. b. H.
Friedrichshagen B 1067 b. Berlin

Fortsetzung auf Seite 16.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang | Berlin, 31. August 1933 | Heft 35

Pflege und Überholung von Generatoren, Transformatoren und Schaltanlagen in Großkraftwerken*.

Von Dipl.-Ing. Schneider, Zschornewitz (Bez. Halle).

Übersicht. Der Verfasser beweist an Hand von einzelnen Beispielen, die er im Laufe seiner vieljährigen Betriebstätigkeit gesammelt hat, wie notwendig eine laufende, eingehende Revision aller elektrischen Apparate verschiedenster Lieferfirmen und Bautypen ist. Im vorliegenden Fall wird diese Kontrolle durch besonders geschultes Personal in eigener Regie und ohne Unternehmerfirmen an Ort und Stelle vorgenommen in einer Weise, wie sie in ihrer Vielseitigkeit wohl in Deutschland einzig dasteht. Deshalb sind die gewonnenen Erfahrungen besonders wertvoll.

Die in den letzten Jahrzehnten entstandenen Großkraftwerke werden durch die Verkupplung der Netze immer mehr Zentralstellen für die Landesversorgung. Die Instandhaltung dieser Zentralverteilungsanlagen bedingt ganz besondere Sorgfalt, weil Schäden in diesen Anlagen sich meistens als Störungen in der gesamten Landesversorgung auswirken. Das Kraftwerk Zschornewitz ist eine derartige Hauptverteilungstelle elektrischer Kraft im Rahmen der von den Elektrowerken AG. versorgten Landesteile, darunter der Stadt Berlin.

Es ist einleuchtend, daß, je wichtiger der Knotenpunkt für die Verteilung der elektrischen Energie ist, eine um so sorgsamere Pflege für die Anlageteile einsetzen muß, um größere Schäden in diesen Anlagen soweit wie möglich zu vermeiden. Während man früher häufig den Standpunkt vertreten hat, daß bei Großapparaten, wie Umspannern, Höchststromwandlern und Spannungswandlern überhaupt keine besondere Pflege notwendig sei, sogar auch eine normale Überholung von Großgeneratoren nicht für notwendig hielt, hat sich in den letzten Jahren auf Grund der gesammelten Erfahrungen in den meisten Fachkreisen die Erkenntnis durchgesetzt, daß die elektrischen Teile ebenfalls einem Verschleiß unterliegen, wie beispielsweise Dampfmaschinen, Dampfkesselanlagen usw. Der Betriebsleiter, der für die Instandhaltung der elektrischen Anlagen eines derartigen Zentralpunktes zu sorgen hat, darf nicht erst warten, bis Schäden an Maschinen und Apparaten eingetreten sind, sondern er muß systematisch durch rechtzeitige und regelmäßige Kontrollen, Reinigungen und Überholungen alles tun, um Störungen von seiner Anlage selbst fernzuhalten.

Die Tatsache, daß zur Pflege und Überholung der gesamten Anlagen und für unvorhergesehene Reparaturen bewährtes Fachpersonal immer jederzeit zur Stelle sein muß, hat viele große Gesellschaften veranlaßt, sich eigene Reparaturkolonnen beizulegen, um von den verschiedenen Lieferfirmen unabhängig zu sein. Für die Sammlung von Betriebserfahrungen liegen die Betriebsverhältnisse in Zschornewitz ganz besonders günstig, weil die dort seit dem Jahre 1916 errichteten Anlagen zu einem größeren Teile bereits 100 000 Betriebstunden überschritten und mittlere Einheiten von 20 ··· 25 MVA eine Arbeitsleistung von mehr als 1,3 Mrd kWh je Maschinensatz hinter sich haben.

Generatoren.

In erster Linie sei die Frage der Pflege von Generatoren behandelt. Ältere Generatoren haben meistens noch keine Ringumlaufkühlung, sondern Kühlung durch in Filtern gereinigte Frischluft. Die Reinheit der zugeführten Luft ist für die Erhaltung der Generatorenwicklung von überaus großer Bedeutung. Bei aufgetretenen Schäden an Generatoren hört man doch oft Klagen der Elektromaschinenbaufirmen, daß Induktoren teilweise völlig verschmutzt und verölt vorgefunden wurden und daß die zur Kühlung des Generators notwendige Luftzirkulation fast völlig unterbunden war. Wenn eine Schädigung der Isolation der Induktor- und Statorwicklung nicht erfolgen soll, so muß der Betriebsleiter stets dafür Sorge tragen, daß die Luftzufuhr hinreichend ist und gleichzeitig auch den erforderlichen Grad von Reinheit besitzt. Zur Beobachtung dieser Punkte gehören zu jedem Maschinensatz ein Unterdruckmesser und ein Thermometer für die Ablufttemperatur, die an den richtigen Stellen angebracht werden müssen. Man muß jedoch darauf achten, daß der eine Anschluß des Unterdruckmessers die Luft etwa aus der Mitte des Luftraumquerschnittes ansaugt, weil Wirbelungen, die an Kanten, Vorsprüngen, Ecken usw. eintreten, ein völlig falsches Bild geben. Jedenfalls ist eine Messung der Luftgeschwindigkeit und der Luftströmungen mittels des Anemometers vor Anbringung dieses Abnahmeröhrchens unbedingt notwendig. Der andere Anschluß des Unterdruckmessers muß direkt nach der freien Luft, also nicht aus dem Maschinenhaus, erfolgen, weil in diesem oftmals Druckdifferenzen gegenüber dem Freien vorhanden sind. Auch die Thermometer für die Ablufttemperatur sind öfter falsch angebracht. Wenn die gemessene Temperatur richtig sein soll, so müssen die Thermometer mit in das Innere des Luftraumes hineinreichenden Meßstutzen versehen sein, ähnlich wie man sie bei Dampfleitungen gebraucht, und so eingebracht werden, daß sie möglichst den heißesten Luftkanal im Kühlsystem des Generators erfassen. Die Erfahrungen haben uns gelehrt, daß normalerweise mit einem Luftunterdruck von 10 mm Wassersäule hinter dem Filter zu rechnen ist, daß es aber höchste Zeit wird, nach dem Zustande der Filter zu schauen, wenn der Unterdruck auf mehr als 20 mm angestiegen ist. Ein Luftunterdruck von weniger als 5 mm weist ebenfalls darauf hin, daß etwas nicht in Ordnung ist, beispielsweise auf zu trockene Filter oder aber auf unerwünschte Luftzutrittstellen. Bei vollbelasteten Maschinen sollte die Ablufttemperatur niemals 60 ° C überschreiten, weil dann die Wicklungsisolation infolge der mindestens 20 ··· 30 ° C höheren Kupfertemperatur schnell zermürbt wird.

Auch bei Ringlaufkühlung ist es durchaus möglich, daß eine Verschmutzung der Wicklung eintreten kann, sofern nicht darauf geachtet wird, daß die Luftspalte an den Wellen und die sonstigen Undichtigkeiten im Unterdruckraum auf das kleinstmögliche Maß beschränkt bleiben. Tatsache ist, daß die Menge der bei Ringlaufkühlung im Generator umgewälzten Luft infolge der mehr oder weniger großen Verluste durch die Undichtigkeiten im Überdruckteil mehrfach täglich erneuert wird durch aus dem Außenraum angesaugte Luft im Unterdruckteil. Um zu vermeiden, daß diese Zusatzluft durch Mauerritzen und allzugroße Luftschlitze an den Labyrinthdichtungen der Welle usw. eindringt und bei dieser Gelegenheit Staubteilchen und Öldämpfe, die ganz besonders schädlich sind, mitgerissen werden, kann man diese Zusatzluft mittels eines besonders dafür bestimmten Zusatzfilters einleiten. Dieses Verfahren ist besonders vorteilhaft für die Reinhaltung der Induktoren, weil durch die an den Wickelköpfen derselben angebrachten Ventilatoren leicht Öldunst

* Vortrag, gehalten am 26. I. 1933 im Elektrotechnischen Verein (Fachgruppe für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken).

Digitized by Google

der Lager in die Ventilationskanäle des Induktors hineingesaugt wird, was meistens äußerlich nicht ohne weiteres festzustellen ist. Die Luftzuführung wird sichergestellt durch einen kleinen Ventilator, der die Luft durch ein Filter von wenigen Zellen hindurchsaugt und dem Generator so viel Luft im Unterdruckraum zuführt, daß der Unterdruck bis auf wenige Millimeter ausgeglichen wird. Die Elektrowerke haben durch diese Maßregel jedenfalls die besten Erfolge erzielt.

Um Unterkühlungen und dadurch Schwitzwasserbildung zu verhüten, ist es im Winter erforderlich, bei Frischluftkühlanlagen der angesaugten Frischluft einen Teil der warmen Abluft wieder zuzufügen. Bei Ringlaufkühleranlagen ist praktischerweise in der kalten Jahreszeit dem allzu kalten Flußkühlwasser vom Kondensator des Dampfteiles erwärmtes Kühlwasser mittels Zusatzpumpen beizumischen.

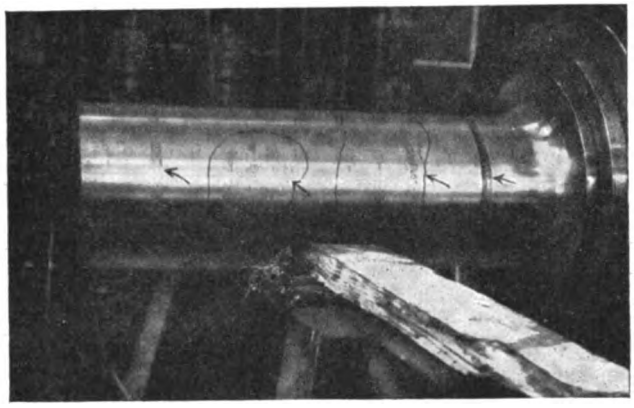
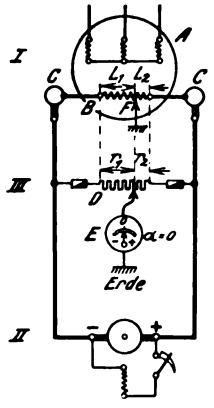


Abb. 1. Erregerlager eines 100 000 kVA-Generators.

Zu den wichtigsten Pflegemaßnahmen für Großgeneratoren gehört auch die ständige Überwachung des Zustandes der Induktorisolation gegen den Eisenkern, weil beispielsweise ein Doppelerdschluß im Induktorstromkreis nicht nur große Betriebstörungen infolge von Pendelerscheinungen, sondern auch großen Sachschaden am Generator selbst verursachen kann. Abb. 1 veranschaulicht einen durch Messungen rechtzeitig erkannten Schaden, wo infolge eines leichten Erdschlusses in der Erregerlagerisolation Lageranfressungen an einem Induktorlager aufgetreten sind. Die Tatsache, daß Erdschlüsse an Induk-



I Generator
A Ständerwicklung
B Läuferwicklung
C Läuferschleifringe
L_1, L_2 Wicklungslängen
II Erregermaschine
III Meßeinrichtung
D Spannungsteiler
r_1, r_2 zugehörige Widerstände
E Gleichstrominstrument mit Nullpunkt in der Mitte. Bei Erdschluß in *F* ist für $\alpha = 0$ $r_1/r_2 = L_1/L_2$

Abb. 2. Induktorprüfschaltung.

toren oder am gegen Erde isolierten Erregerlager oder am Erregersystem überhaupt des öfteren eintreten, hat die Elektrowerke veranlaßt, für größere Generatoren eine ortsfeste und verhältnismäßig billige Prüfeinrichtung für Induktoren zu entwickeln, die es ermöglicht, ständig den Induktorzustand in bezug auf seinen Isolationswert durch das Betriebspersonal überwachen zu lassen und dadurch große Maschinenschäden und Betriebstörungen möglichst zu vermeiden. Das Schema dieser Einrichtung ist in Abb. 2 gezeigt. Die Einrichtung wird in den Erregerkreis des Generators zwischen den Plus- und Minuspol geschaltet und besteht neben einem Meßinstrument aus einer durch einen Spannungsteiler und 2 Sicherungen gebildeten Brücke. Im erdfehlerlosen Zustand des Erregerkreises kann der Schieber auf dem Spannungsteiler beliebig verschoben werden, ohne daß das Gleichstrominstrument einen Ausschlag anzeigt, da der Isolationswiderstand des erdfehlerfreien Erregerkreises gegenüber dem üblichen Instrumentenwiderstand sehr groß ist. Schleichende wie auch satte Erdschlüsse in der Läuferwicklung und im Erregerkreis sind sofort erkennbar, ebenso wenn bei übermäßiger Ablagerung von Kohlen- bzw. Kupferstaub der Übergangswiderstand zwischen den Läuferschleifringen und Generatorwelle auf kleine Werte sinkt. Der Widerstandswert für einen guten, einwandfreien Induktor beträgt nach den Erfahrungen der Elektrowerke 5 ··· 10 MΩ im warmen und 10 ··· 20 MΩ im kalten Zustande. Widerstandswerte von unter 1 MΩ sind uns stets Anlaß gewesen, den Induktor schnellstens einer gründlichen Untersuchung zu unterwerfen.

Stark eingelaufene Kommutatoren und Schleifringe sollten in einem richtig geführten Betriebe nicht vorhanden sein. Bei einem derartigen Zustande können sich neuaufgesetzte Kohlen sehr schwer und nur mit großem Materialverbrauch anpassen, abgesehen davon, daß in der Zwischenzeit die alten Kohlen stark überlastet werden und eine entsprechende weitere Abnutzung des Kommutators und der Schleifringe trotz der sog. Politur erfolgt. Trotz rechtzeitigen Abschleifens eingelaufener Kommutatoren haben die Elektrowerke auf den etwa 17 Jahre fast dauernd in Betrieb befindlichen Maschinen noch keine neuen Kommutatoren an den Erregermaschinen benötigt und werden solche in dem nächsten Jahrzehnt auch nicht brauchen. Neben den üblichen regelmäßigen Reinigungen und Untersuchungen der Erregermaschinen und Schleifringe sollte in jedem Betriebe spätestens alle 3000 ··· 4000 Betriebstunden jeder Generator einmal geöffnet und hierbei das innere Aussehen desselben sorgfältigst geprüft werden. Starke Verstaubung der Wicklung deutet auf zu trocken gehaltene, unsachgemäße Behandlung der Filter oder auf undichte Stellen im Unterdruckraum hin. Ölige Oberflächen, insbesondere an den Wickelköpfen, sind entweder auf zu häufig und zu stark geölte Filter, zu hohe Luftgeschwindigkeiten oder aber, was am weitaus häufigsten vorkommt, auf zu großen Luftspalt zwischen Welle und Generatorverschlußschildern zurückzuführen, durch den Öldämpfe von den Generatorlagern eingesaugt werden und Induktor und Bügel stark verschmutzen lassen.

Bei der Untersuchung der Wicklungen haben die Elektrowerke die Erfahrung gemacht, daß Preßspan- und Hartholzisolation schneller altert als Ölleinen-, Lacktuch-, Hartpapier- bzw. Kunstharzisolation. Es ist zu empfehlen, die Isolation der Bügel des Generators alle 3000 bis 4000 Betriebstunden einer genauen Untersuchung zu unterziehen, wenn auch das äußerliche Aussehen noch durch eine gute Lackdecke einwandfrei erscheint. Nach etwa 20 000 ··· 30 000 Betriebstunden bei Preßspanisolation und nach etwa 40 000 ··· 60 000 Betriebstunden bei Ölleinen-, Lacktuch- und Glimmerseidenisolation ist erfahrungsgemäß die Isolation derartig morsch und brüchig, u. zw. ganz besonders unter den Druck- und Versteifungstücken, daß eine Betriebsicherheit bei ungewöhnlichen Vorfällen meistenteils nicht mehr besteht. Wie eine Wicklung nach Entfernung aller Druckstücke aussehen kann, zeigt Abb. 3. Die Werksleitung in Zschornewitz hat deshalb die Preßspanisolation von Bügeln auf Grund langjähriger Erfahrungen verlassen und ist nach eingehenden Versuchen auf eine Isolation der Bügel mit hochwertigem Lacktuchband übergegangen, das mittels Bakelitlack sorgfältig, beispielsweise bei 6000 V-Maschinen in 4 überdeckten Lagen, auf die Bügel aufgeklebt wird. Es hat sich gezeigt, daß durch diese Ausführungsart eine feste, lederartige, ziemlich feuersichere Hülse mit keinerlei Lufteinschlüssen entsteht, die auch unter den Druck- und Absteifungstücken etwa die doppelte Haltbarkeit besitzt wie Preßspanisolation.

Auch die Verwendung von Hartholz an Generatoren wird aus Erfahrungen heraus grundsätzlich verworfen, u. zw. nicht nur wegen der Brandgefahr, sondern auch weil sich durch oberflächliche Verkohlung des Hartholzes die Wicklung lockert. Auch Kunstharz- und Hartpapiererzeugnisse trocknen nach Inbetriebnahme einer Maschine noch geringfügig nach, jedoch läßt sich dieser Mangel dadurch beheben, daß nach einer Betriebszeit von etwa 500 ··· 1000 h alle eingespannten Teile nachgezogen werden.

Die Glimmerisolation ist infolge ihrer Zusammensetzung mit Schellack einer ziemlich schnellen Alterung unterworfen, weil Schellack schon bei Temperaturen über 70 ° C einer allmählichen Umwandlung ausgesetzt ist. Man kann sagen, daß bei den Betriebsverhältnissen in Zschornewitz nach etwa 60 000 ··· 80 000 Betriebstunden die Glimmerisolation der Stäbe zermürbt ist, wenn dieselbe auch äußerlich noch einen verhältnismäßig guten Eindruck macht. Die Glimmerpartikelchen werden besonders

Digitized by Google

durch die Bewegung der Stäbe in der Nut infolge der verschiedenen Ausdehnungsfaktoren des Kupfers gegen das Eisenpaket so zerstückelt, daß eine elektrische Festigkeit fast nicht mehr besteht. Es ist bei Prüfung derartiger älterer Wicklungsisolationen an 6500 V-Maschinen schon bei 7500 V fast immer eine Anzahl Stäbe durchgeschlagen.

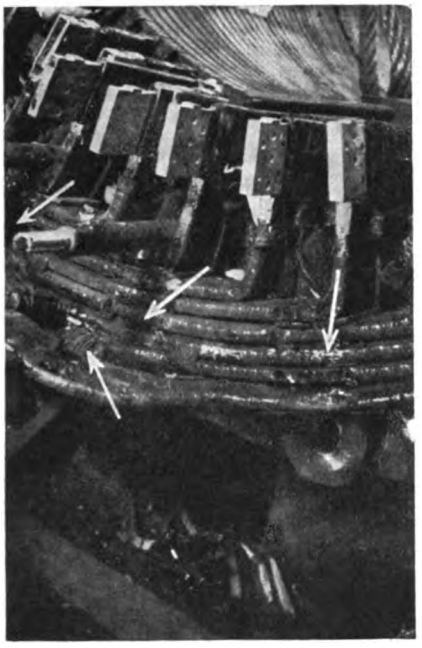


Abb. 3. Stirnverbindungen an einem Generator für 6 kV nach Entfernung der Druckstücke.

Erneuert man unter Wiederverwendung des vorhandenen Kupfers die Wicklungsisolation, so kann man der Gefahr aus dem Wege gehen, daß durch einen unvermuteten Durchschlag eines Stabes gegen Eisen ein Eisenbrand entsteht. Hierbei sind die Austrittstellen der Stäbe aus dem Eisenpaket am meisten gefährdet. Der Entfernung von Eisenbränden an den Eisenpaketen selbst ist bei großen Überholungen größte Aufmerksamkeit zu schenken, weil kleine Eisenbrandstellen in mehr oder weniger kurzer Zeit weiterfressen, wenn sie nicht sorgfältigst entfernt worden sind.

Bei Generatoren, die Teilfugen besitzen, ist infolge von Vibrationen der Einzelblechpakete fast immer die Teilfugenisolation nach ungefähr 25 000 ··· 30 000 Betriebsstunden zerrieben. Die Erneuerung der Teilfugenisolation ist deshalb zumindest jedesmal bei einer großen Überholung des Generators notwendig.

Bei Induktoren mit Drahtbandagen sollte nach jedem beobachteten einphasigen Erdschluß, der längere Zeit bestanden hat, nachgesehen werden, ob eine Auslötung der Bandagen erfolgt ist. Bei den Induktoren mit Kappen läßt sich leider eine Untersuchung der durch Erdschlüsse beanspruchten Dämpferwicklung nur mit größeren Kosten durchführen. Die Stoßstellen der Kappen mit dem Eisenpaket sollten jedoch stets beobachtet werden, weil dort u. U. eingetretene Anfangschäden durch Anlaufen des Eisenpaketes erkennbar sind.

Es ist selbstverständlich, daß die Erneuerung der Isolation an Stäben und Induktorwicklungen, die durch Spezialmaschinen erfolgt, nicht im eigenen Reparaturbetrieb gemacht werden kann, sondern zweckmäßig von der Lieferfirma der Maschine ausgeführt wird. Es muß dabei erwähnt werden, daß es sehr erwünscht wäre, wenn die mechanisch leicht zermürbende und schnell alternde Glimmerisolation durch eine ebenso hochwertige, widerstandsfähigere, bakelitfaserartige Isolation ersetzt werden könnte, wie es eine der Großfirmen schon versucht. Die Kosten für eine vollständige Überholung des Stators einer 22 000 kVA-Maschine sollen vergleichsweise hierbei genannt werden. Aufzuwenden sind für das Demontieren des Generators, das Herausziehen der alten Statorstäbe und Einbau der anderweitig neu umpreßten Stäbe, vollständige Erneuerung der Umführungsbügelisolation des Stators, Teilfugenerneuerung und Wiederzusammenbau der Maschine maximal 4000 ··· 5000 Lohnstunden. Die Erneuerung der Stabisolation durch die Lieferfirma kostet für die vorerwähnte Maschinengröße heute etwa 15 000 bis 18 000 RM. An Materialkosten für Isolierleinen, Bakelit und alle übrigen Materialien entstehen etwa 8000 bis 10 000 RM. Demnach betragen die Gesamtkosten für die oben angeführten umfangreichen Erneuerungsarbeiten an der vorerwähnten Generatortype etwa 35 000 RM. Diese Arbeiten werden aber erfahrungsgemäß erst nach 60 000 bis 80 000 Betriebstunden erforderlich. (*Schluß folgt.*)

Die Berechnung von Vorschaltwiderstand und Stromquelle für Stabilisatorröhren.

Von Dipl.-Ing. **J. v. Frommer**, Budapest.

Übersicht. Im Forschungslaboratorium der Tungsramwerke wurden durch den Verfasser in letzter Zeit für verschiedene Zwecke Glimmstrecken-Stabilisatoren-Systeme angewandt. Da es sich um Spezialaufgaben handelte, bei denen Grenzleistungen gefordert wurden, wurde ein systematisches Verfahren zu der Bemessung der Einrichtungen entwickelt; der allgemein verwendbare Teil dieser Berechnungsmethoden soll hier beschrieben werden.

Um aus einem Stromnetz von Netzspannung und Stromentnahme unabhängige, in Stufen von rd. 70 oder 140 V unterteilte Gleichspannungen entnehmen zu können, werden neuerdings Stabilisatorröhren benutzt[1]. Diese bestehen aus vier in einem gemeinsamen Kolben untergebrachten, miteinander in Reihe geschalteten Glimmentladungstrecken, deren Wirkung auf der Tatsache beruht, daß die Brennspannung der Glimmentladung innerhalb bestimmter Grenzen von dem Entladungsstrome unabhängig ist. Werden also an eine Gleichstromquelle (Gleichrichter), deren Spannung den normalen Schwankungen unterworfen ist, über einen Vorschaltwiderstand die zwei äußersten (oder in Spezialfällen zwei andere) Elektroden der Stabilisatorröhre gelegt, so wird nach erfolgter Zündung eine Glimmentladung durch die in Reihe liegenden Strecken vor sich gehen, wobei die Spannung zwischen je zwei benachbarten Strecken einen konstanten Wert haben wird. Es kann der Verbraucher je nach der benötigten Spannung an die entsprechenden Elektroden angeschlossen werden, und er erhält aus diesen die Summe der Brennspannungen der zwischen den betreffenden Elektroden liegenden Glimmstrecken[2].

Die Stabilisatorröhre muß aus einer Gleichstromquelle gespeist werden, deren Spannung um etwa die Hälfte größer ist als die Summe der Betriebspannungen der benutzten Strecken, und es muß ihr ein Widerstand vorgeschaltet werden, der unter der auf ihn entfallenden Spannung, also Differenz von Speisespannung und Summe von Brennspannungen des Stabilisators, den Strom des Verbrauchers sowie den Strom durch die Glimmstrecken, den sog. Querstrom, durchläßt.

Wächst oder sinkt die Netzspannung, so ändert sich, da die Spannung an der Stabilisatorröhre unverändert bleibt, die Spannung längs des Vorschaltwiderstandes um den Betrag der Änderung der Spannung der Stromquelle, er läßt also entsprechend mehr oder weniger Strom durch; auf den Verbraucher hat diese Änderung, da die Spannung längs der Glimmstrecken unverändert bleibt, keinen Einfluß: es wird also der Querstrom in der Stabilisatorröhre um den Betrag der Stromänderung im Vorschaltwiderstand größer oder kleiner. Wenn anderseits die Stromentnahme des Verbrauchers wächst oder sinkt, so bleibt der Strom durch den Vorschaltwiderstand unverändert und der Strom durch die dem betreffenden Verbraucher parallelen Glimmstrecken wächst um den Betrag der Stromverminderung oder sinkt um den Betrag der Stromvermehrung im Verbraucher.

[1] S. ETZ 1929, S. 786.

[2] Betr. Konstanz dieser Spannung siehe Arch. Elektrotechn. Bd. 26 (1932), H. 8, und Hochfr. u. Elektroakustik Bd. 40 (1932), H. 1.

Digitized by Google

Dieser Pufferwirkung der Glimmstrecken ist nun eine untere und obere Grenze gesetzt, denn einerseits darf, um eine unzulässige Erwärmung der Elektroden zu vermeiden, der Querstrom durch die Glimmstrecken ein bestimmtes Höchstmaß nie überschreiten, anderseits darf er, um einem Erlöschen der Glimmentladung vorzubeugen, nie unter einen bestimmten Wert sinken. — Bei der Wahl des Vorschaltwiderstandes und der Speisespannung muß also darauf geachtet werden, daß diese Grenzen unter keiner Bedingung überschritten werden, anderseits aber ist aus Gründen der Wirtschaftlichkeit die Wahl von möglichst niedrigen Spannungen und Vorschaltwiderständen wünschenswert. — Es soll nachstehend ein Verfahren angegeben werden, nach welchem für gegebene Betriebszustände und Schwankungen der Netzspannung der zulässig niedrigste Vorschaltwiderstand und die dazu gehörige Stromquellenspannung berechnet werden kann.

Bezeichnen wir die Spannung der zu wählenden Stromquelle mit E, die Betriebspannung der einzelnen Glimmstrecken mit U, die Summe aus den Betriebspannungen der eingeschalteten Strecken mit $\sum U$, den Widerstand des Vorschaltwiderstandes mit R, so wird der durch das System fließende Strom:

$$I_m = \frac{E - \sum U}{R}. \tag{1}$$

Im Leerlauf, also wenn der Verbraucher keinen Strom entnimmt, fließt dieser ganze Strom durch die Glimmstrecken; entnimmt der Verbraucher Strom, so wird der Querstrom durch jede Glimmstrecke um die zu ihm parallel fließenden entnommenen Ströme vermindert.

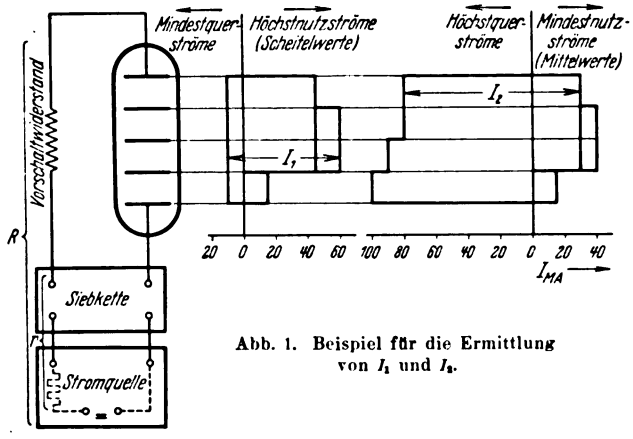


Abb. 1. Beispiel für die Ermittlung von I_1 und I_2.

Die Stromentnahme parallel einer jeden Glimmstrecke kann am besten durch ein Schaubild veranschaulicht werden (Abb. 1), in dem an einer (vertikalen) Abszissenachse vier Gebiete für die vier Glimmstrecken vorgesehen werden. Dann symbolisiert die Grenzlinie zweier Gebiete die zwischen den entsprechenden Strecken liegende Elektrode. Für jeden Verbraucher muß ein dem Verbrauch proportionell breiter Streifen zwischen die entsprechenden Elektroden eingezeichnet werden. Dann ist die gesamte Stromentnahme parallel zu einer jeden Strecke die Summe der Streifenbreiten über dieser Strecke. Wir zeichnen zwei solche Schaubilder. In das eine zeichnen wir die Scheitelwerte der maximal möglichen, in das andere die linearen Mittelwerte der minimal möglichen Stromentnahmen ein. Links von der Abszissenachse tragen wir in dem ersteren die minimal nötigen Querströme für jede Strecke (10 ··· 15 mA), in dem zweiten die maximal zulässigen Ströme für die betreffenden Strecken (40 bis 200 mA je nach Type und Strecke) ein. Dann bildet die größte Gesamtbreite rechts und links von der Abszisse im ersten Schaubild (I_1) eine untere Grenze, und die kleinste Gesamtbreite rechts und links von der Abszissenachse im zweiten Schaubild (I_2) eine obere Grenze für den zulässigen Wert von I_m.

Denn würde I_m I_1 unterschreiten und zugleich der Verbraucher auch nur momentan den in dem ersten Schaubild gegebenen Strom aufnehmen, so würde der Strom in der Glimmstrecke den zulässig kleinsten Wert unterschreiten und die Strecke unruhig brennen bzw. erlöschen. Oder würde I_m I_2 überschreiten und zugleich der Verbraucher den im zweiten Schaubild angegebenen minimalen Strom entnehmen, so würde in der kritischen Strecke der maximal zulässige Strom überschritten. Für diesen letzteren ist natürlich nicht der Scheitelwert, sondern der Mittelwert maßgebend, auch kann der als Maximum angegebene Stromwert 10 ··· 15 min lang ohne Schaden um 50 % überschritten werden.

Je größer $I_2 - I_1$ ausfällt, desto leichter wird es, die Forderung $I_2 > I_m > I_1$ zu erfüllen. Denn I_m muß zwischen diesen Grenzen bleiben trotz der Schwankungen der Stromquellenspannung ($\pm p$ %) und der Streuung der Betriebspannungen von individuellen Röhren ($\pm s$ %) um den Mittelwert $\sum U$ (s ist gleich 1,5 bzw. 5 %).

Da nun

$$I_m = \frac{E - (\sum U)_x}{R} \tag{1a}$$

$$R\,I_m = E - (\sum U)_x \tag{2}$$

ist, wo $(\sum U)_x$ die Summe der Brennspannungen einer individuellen Röhre bedeutet, muß

$$E\left(1 + \frac{p}{100}\right) - \sum U\left(1 - \frac{s}{100}\right) \leq I_2 R \tag{3}$$

$$E\left(1 - \frac{p}{100}\right) - \sum U\left(1 + \frac{s}{100}\right) \geq I_1 R \tag{4}$$

sein.

Wir lösen die durch Fortlassung der Ungleichheitszeichen entstehenden Gleichungen, woraus sich als zulässig kleinster Wert des Vorschaltwiderstandes

$$R = \frac{2\left(\frac{p+s}{100}\right)\sum U}{\left(1 - \frac{p}{100}\right) I_2 - \left(1 + \frac{p}{100}\right) I_1} \tag{5}$$

ergibt; wird für R dieser Wert gewählt, so muß

$$E = \sum U \frac{\left(1 + \frac{s}{100}\right) I_2 - \left(1 - \frac{s}{100}\right) I_1}{\left(1 - \frac{p}{100}\right) I_2 - \left(1 + \frac{p}{100}\right) I_1} \tag{6}$$

gewählt werden. Wird R größer gewählt (z. B. aufgerundet), so steht für die Wahl von E ein durch (3) und (4) bestimmter Bereich frei, dessen Mitte bei

$$E = \sum U + R\,\frac{I_1 + I_2}{2} \tag{6b}$$

liegt.

Wird der Gleichstrom einem Gleichrichter entnommen, so muß dem Stabilisator noch eine Siebkette vorgeschaltet werden, die notwendigerweise einen Ohmschen Widerstand aufweist. Auch ist die Klemmenspannung des Gleichrichters stromabhängig. Dieser muß daher als eine entsprechende elektromotorische Kraft mit entsprechendem innerem Widerstand betrachtet werden[3]. Es muß dann E die elektromotorische Kraft des Gleichrichters, R die Summe aus dem inneren Widerstand des Gleichrichters und dem Ohmschen Widerstand von Siebkette + Vorschaltwiderstand sein.

Zahlenbeispiel: Es sei mit Hilfe einer TRT 280/80-Röhre ein Empfänger zu speisen, der zwischen 0 und — 70 V ständig 15 mA Potentiometerstrom, zwischen 0 und 140 V minimal 10, maximal 15, zwischen 0 und 210 V minimal 30, maximal 45 mA Anodenstrom entnimmt. Die Röhre muß minimal 10 mA, darf maximal 80, 90 bzw. 100 mA Querstrom führen.

Nach Abb. 1 wird dann $I_1 = 70$ mA, $I_2 = 110$ mA. Die Schwankungen der Netzspannung seien $p = 10$ %, die Streuung der TRT 280/80-Röhren ist $s < 5$ %. Dann wird nach Gl. (5) und (6):

$$R > \frac{2 \cdot \frac{10+5}{100} \cdot 280}{0{,}9 \cdot 110 \cdot 10^{-3} - 1{,}1 \cdot 70 \cdot 10^{-3}} = 3\,820\ \Omega$$

$$E = 280\,\frac{1{,}05 \cdot 110 \cdot 10^{-3} - 0{,}95 \cdot 70 \cdot 10^{-3}}{0{,}9 \cdot 110 \cdot 10^{-3} - 1{,}1 \cdot 70 \cdot 10^{-3}} = 620\ \text{V}$$

[3] Siehe: Das Stabilisatorstromversorgungssystem, Mitt. der die Stabilisatorröhren herstellenden Firma: Stabilovolt G. m. b. H., Berlin. Verl. Hachmeister u. Thal, Leipzig, S. 22.

Digitized by Google

oder runden wir R auf 4000 Ω auf, so wird nach Gl. (6 b)

$$E = 280 + 4000 \cdot \frac{110 \cdot 10^{-3} + 70 \cdot 10^{-3}}{2} = 640 \text{ V}.$$

Diese EMK läßt sich zwar noch mit Gleichrichterröhren für 2 × 500 V Transformatorspannung herstellen, sie ist aber ziemlich hoch und wir werden einen anderen Weg einschlagen.

E und R werden nämlich um so größer, je kleiner der Nenner in den Formeln (5), (6) ist. Wird der Nenner klein, so daß E und R unwirtschaftlich groß ausfallen, so müssen Eisenwasserstoffwiderstände gewählt werden, denn mit diesen können die Schwankungen des Stromes unter wesentlich günstigeren Verhältnissen in den gewünschten Grenzen gehalten werden. Für den Stromspannungsverlauf eines Eisenwasserstoffwiderstandes kann der in Abb. 2 gegebene angenommen werden (schematische Charakteristik)[4]. Der Strom ändert sich mit zunehmender Spannung zunächst relativ rasch, sodann, von einer für die Type charakteristischen Spannung (u) bis zum dreifachen dieser Spannung ($3u$) ändert er sich ganz wenig, u. zw. von etwa dem 0,9-fachen des für die Type charakteristischen Nennstromes I_n bei $2u$ bis zum 1,1fachen dieses Wertes bei $3u$. Aus diesem Bereich empfiehlt es sich, nur den Bereich zwischen $1{,}2\,u$ und $2{,}6\,u$ auszunutzen, bei denen die Ströme also $0{,}92\,I_n$ bzw. $1{,}06\,I_n$ betragen werden.

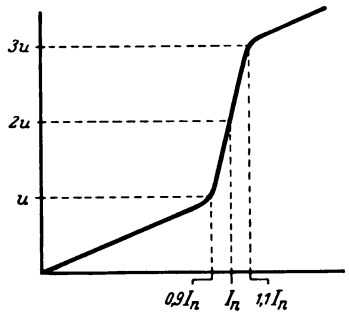


Abb. 2. Stromspannungscharakteristik eines Eisenwasserstoffwiderstandes.

Soll also ein Eisenwasserstoffwiderstand berechnet werden, so muß zunächst I_n so gewählt werden, daß

$$I_2 > 1{,}06\,I_n \tag{7}$$

und

$$I_1 < 0{,}92\,I_n \tag{8}$$

wird, also

$$0{,}943\,I_2 > I_n > 1{,}087\,I_1. \tag{9}$$

Innerhalb dieser Grenzen kann I_n beliebig gewählt werden. Um u und E zu erhalten, schreiben wir analog zu Gl. (3) und (4), wenn die Summe aus dem Ohmschen Widerstand der Siebkette und aus dem inneren Widerstand des Gleichrichters gleich r ist

$$E\left(1 - \frac{p}{100}\right) - \sum U \left(1 + \frac{s}{100}\right) = 1{,}2\,u + 0{,}92\,I_n\,r \tag{10}$$

$$E\left(1 + \frac{p}{100}\right) - \sum U \left(1 - \frac{s}{100}\right) = 2{,}6\,u + 1{,}06\,I_n\,r. \tag{11}$$

Hieraus folgt durch Addition resp. Subtraktion der beiden Gleichungen:

$$2E - 2\sum U = 3{,}8\,u + 1{,}98\,I_n\,r \tag{12}$$

$$2\frac{p}{100}E + 2\frac{s}{100}\sum U = 1{,}4\,u + 0{,}14\,I_n\,r, \tag{13}$$

woraus sich für den minimal zulässigen Wert von u

$$u = \frac{2\frac{s+p}{100}\sum U - \left(0{,}14 - \frac{p}{100}1{,}98\right) I_n\,r}{1{,}4 - 3{,}8\frac{p}{100}} \tag{14}$$

$$\approx \frac{2\frac{s+p}{100}}{1{,}4 - 3{,}8\frac{p}{100}} \sum U \tag{14b}$$

ergibt, und E wird dann aus Gl. (12)

$$E = \sum U + 1{,}9\,u + 0{,}99\,I_n\,r \tag{15}$$

$$\approx \sum U + 1{,}9\,u + I_n\,r. \tag{15b}$$

[4] Vgl. die in Fußnote 3 angegebene Quelle, S. 12.

Zahlenbeispiel: Für die im ersten Beispiel angegebene Anordnung soll ein Eisenwasserstoffwiderstand benutzt werden; der Ohmsche Widerstand von Stromquelle und Siebkette sei zusammen $r = 300\,\Omega$. Dann muß nach Gl. (9)

$$0{,}943 \cdot 110 = 104 > I_n > 1{,}087 \cdot 70 = 76$$

sein, also z. B. $I_n = 80$ mA, und nach Gl. (14)

$$u \geq \frac{2 \cdot \frac{5+10}{100} \cdot 280 - \left(0{,}14 - \frac{10}{100} \cdot 1{,}98\right) \cdot 80 \cdot 10^{-3} \cdot 300}{1{,}4 - 3{,}8\frac{p}{100}} =$$

$$= \frac{84 + 1{,}6}{1{,}02} = 84 \text{ V}.$$

(Durch Vernachlässigung des zweiten Gliedes nach Gl. (14 b) hätten wir $\frac{84}{1{,}02} = 82{,}3$ V erhalten.)

Es kann daher der Eisenwasserstoffwiderstand, Type H 85—255/80, für den $I_n = 80$ mA, $u = 85$ V ist, benutzt werden und dann wird nach Gl. (15 b):

$$E = 280 + 1{,}9 \cdot 85 + 80 \cdot 10^{-3} \cdot 300 = 466 \text{ V}.$$

Die Resultate sind, falls die Nutzlast mit der Stabilisatorröhre zugleich eingeschaltet wird, noch auf Zündung der Strecken zu prüfen[5].

Zusammenfassung.

Um Vorschaltwiderstand und Stromquelle für einen Stabilisator zu bemessen, müssen zunächst ermittelt werden:

Die Summen aus den größtmöglichen Stromentnahmen und aus den zum Brennen der Glimmentladung nötigen Minimalströmen für die einzelnen Strecken; die größte unter diesen: I_1 (Abb. 1, links).

Die Summen aus kleinmöglichsten Stromentnahmen und zulässig größten Querströmen für die einzelnen Strecken; die kleinste unter diesen: I_2 (Abb. 1 rechts).

Ist die Spanungschwankung des Netzes, aus dem die zu stabilisierende Spannung erhalten werden soll, $\pm p$ %, die Betriebspannungen der arbeitenden Glimmstrecken zusammen durchschnittlich $\sum U$, die Streuung dieses Wertes bei einzelnen Stabilisatorröhren höchstens $\pm s$ %, so muß ein Vorschaltwiderstand benutzt werden, dessen Wert mitsamt den übrigen Widerständen im Kreise (Siebkette, innerer Widerstand des Gleichrichters) zusammen

$$R \geq \frac{2\frac{p+s}{100}\sum U}{\left(1 - \frac{p}{100}\right) I_2 - \left(1 + \frac{p}{100}\right) I_1} \tag{5}$$

ist, und eine Spannungsquelle, deren Spannung

$$E = \sum U + R\,\frac{I_1 + I_2}{2} \tag{6b}$$

beträgt. Liegen I_1 und I_2 nahe zu einander, so empfiehlt es sich, Eisenwasserstoffwiderstände zu benutzen. Der Eisenwasserstoffwiderstand muß zwischen den Spannungen u und $3\,u$ den Strom I_n auf ± 10 % Genauigkeit regeln, wo

$$0{,}943\,I_2 > I_n > 1{,}087\,I_1 \tag{9}$$

und

$$u \approx \frac{2\frac{s+p}{100}\sum U}{1{,}4 - 3{,}8\frac{p}{100}} \tag{14b}$$

zu wählen ist. Die Spannung der Stromquelle muß dann

$$E \approx \sum U + 1{,}9\,u + I_n\,r \tag{15b}$$

betragen, wo r die Summe der Widerstände ist, die außer dem Eisenwasserstoffwiderstand vor der Stabilisatorröhre liegen.

[5] Vgl. die in Fußnote 3 angegebene Quelle, S. 18.

Digitized by Google

Öffentliche Elektrizitätswirtschaft im Versorgungsgebiet der Provinz Ostpreußen und des Freistaates Danzig im Berichtsjahr 1932*.

Von **Wilhelm Schmundt**, Oberingenieur der Ostpreußenwerk AG., Königsberg i. Pr.

Übersicht. Der Bericht beschränkt sich auf die Energieerzeugung und knüpft an die Entwicklung seit dem Jahre 1926 an. Es wird Gelegenheit genommen, die Struktur der öffentlichen Elektrizitätswirtschaft Ostpreußens und des Freistaates Danzig hinsichtlich der Kraftwerke und der Landes-Sammelschiene zu zeigen.

1. Die ostpreußische Sammelschiene.

Die Provinz Ostpreußen und der Freistaat Danzig bilden elektrizitätswirtschaftlich ein zusammenhängendes und abgeschlossenes Gebiet. Abgeschlossen, weil außer einer kurzen 15 kV-Leitung, die einige Orte des Korridors vom Freistaat aus versorgt, keine Leitung mehr über die Grenzen führt. Zusammengehörig, weil alle öffentlichen Elektrizitätswerke (von wenigen Kleinstädten abgesehen) mit einer Sammelschiene verbunden sind und durch Stromlieferungs- oder -austauschverträge direkt oder indirekt mit der Ostpreußenwerk AG., welche diese Sammelschiene betreibt, zusammenhängen.

Abb. 1 gibt einen Überblick über das Versorgungsgebiet, das eine Fläche von 40 690 km² (Ostpreußen 38 800, Danzig 1890) bei einer Einwohnerzahl von 2 641 000 (Ostpreußen 2 257 000, Danzig 384 000) umfaßt. Das Hochspannungsnetz wird mit 60 kV betrieben, es weist eine Streckenlänge von 588 km auf. Die Leitung Elbing—Danzig gehört von der Freistaatgrenze an den städtischen Betriebswerken Danzig, sonst ist das Netz Eigentum des Ostpreußenwerkes.

Drei Werke mit einer Stromabgabe über 10 Mill kWh sind zu nennen:

die Ostpreußenwerk AG., Königsberg i. Pr., beteiligt: Viag, Preag, Provinzialverband und 31 ostpreußische Landkreise,

die Königsberger Werke und Straßenbahn G. m. b. H., Städtischer Betrieb,

das Städtische Elektrizitätswerk Danzig, Städtischer Betrieb.

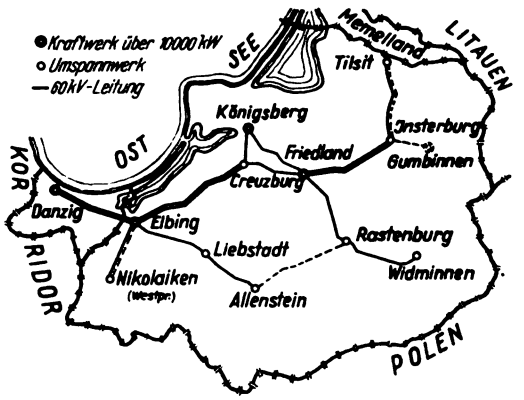


Abb. 1. Die ostpreußische Sammelschiene.

2. Kraftwerkserzeugung und -leistung.

In der Zahlentafel 1 sind alle Kraftwerke, die an der öffentlichen Elektrizitätsversorgung Ostpreußens und des Freistaates Danzig beteiligt sind, namentlich aufgeführt. Ihre Unterteilung nach der Art der Antriebskraft, die Angabe ihrer installierten Maschinenleistung und der Eigentumsverhältnisse ergeben ein vollständiges Bild. Die Zahlen über die Erzeugung in den einzelnen Jahren 1926 ··· 1932 zeigen die Tendenz der Entwick-

Zahlentafel 1. Kraftwerkserzeugung und -leistung.

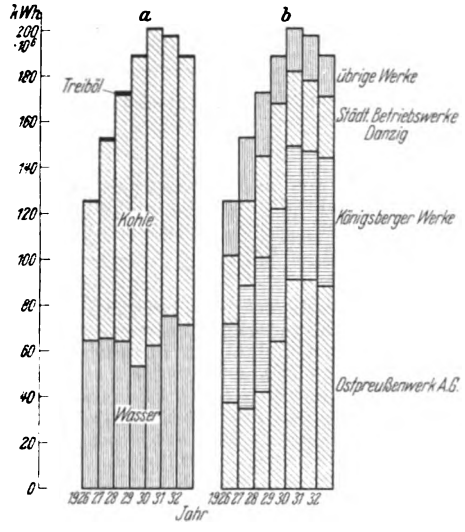
Kraftwerke	installierte Leistung 1932	Erzeugung der Kraftwerke in kWh · 10⁶							Anteil an der Gesamterzeugung 1932	Zugehörigkeit der Kraftwerke (1932)
	kW	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	%	
Dampf-Antrieb										
Königsberg	36 000[4]	34 157	54 097	57 320	57 584	58 495	55 990	55 750	29,3	Königsberger Werke u. Straßenbahn G.m.b.H.
Elbing	23 700	—	—	7 812	39 758	60 123	54 515	53 842	28,3	Ostpreußenwerk AG.
Danzig	12 200	11 149	15 295	25 107	27 111	12 267	5 695	2 578	1,4	Städt. Elektrizitätswerk Danzig
Tilsit	2 500	6 966	7 881	8 117	2 440	2 285	2 507	2 008	1,1	Elektrizitätswerk u. Straßenbahn Tilsit AG.
Marienwerder	2 300	2 414	3 766	2 926	2 754	—	—	—	—	Westpr. Überlandwerk G.m.b.H.
Rosenberg	900	1 898	2 195	2 084	2 440	2 617	1 510	1 522	0,8	Westpr. Überlandwerk G.m.b.H.
Insterburg	600	1 181	1 600	1 236	845	234	82	—	—	Städtische Betriebe Insterburg
Karwinden	450	675	961	1 031	920	974	1 022	1 006	0,5	Kreis-Überlandwerk Pr. Holland
Lötzen	400	264	256	462	168	10	19	2	—	Städtische Werke Lötzen
Danzig[1]		799	706	817	832	706	697	630	0,3	T.H. Danzig, Danziger Werft (durch Städt. E.W. Danzig)
Wasser-Antrieb										
Friedland-Wohnsdorf[3]	11 900	37 085	32 155	32 875	24 097	28 640	31 683	30 514	16,0	Ostpreußenwerk AG.
Bölkau-Lappin[3]	9 900	17 341	20 841	19 395	18 217	19 733	23 775	22 688	11,9	Städt. Elektrizitätswerk Danzig
Allenstein[3]	1 600	3 454	2 963	3 372	3 510	3 765	4 450	4 020	2,1	Städt. Betriebswerke Allenstein G.m. b.H.
Straschin-Prangschin[3]	1 300	3 780	5 000	4 030	4 047	4 849	5 595	5 797	3,0	Überlandzentrale Straschin-Prangschin
Mehlsack	200	963	968	934	333	752	1 028	732	0,4	Überlandzentrale des Kreises Braunsberg G.m.b.H.
Pettelkau[1, 3]	(3 500)	1 197 899	1 285 1 832	1 394 1 240	1 499 438	1 526 1 076	1 539 3 803	1 722 2 264	2,1	Schichau G.m.b.H. Elbing (durch Ü. Z. Braunsberg) (durch Ostpreußenwerk)
Darkehmen[1]	(540)	54	435	1 300	925	1 823	2 280	2 293	1,2	Mühlenwerke (durch Ostpreußenwerk)
Kreis Rosenberg[1]	(240)	49	75	532	461	362	814	871	0,5	Mühlenwerke (durch Westpr. Überlandwerk)
Danzig[1]		503	260	162	233	319	608	930	0,5	Städt. Mühlen usw. (durch E.W. Danzig)
Treiböl-Antrieb										
Allenstein	1 400	595	921	906	519	252	206	67	0,05	Städt. Betriebswerke Allenstein G.m.b.H.
Insterburg[3]	1 100	481	374	893	840	589	614	976	0,5	s. oben.
Gumbinnen	800	95	68	7	1	2	—	—	—	Ostpreußenwerk AG.
Mehlsack[3]	300	265	191	207	132	258	62	4	—	s. oben.
Rosenberg[3]	200	173	188	128	158	175	66	59	0,05	s. oben.
Gesamterzeugung		126 437	154 313	174 287	190 262	201 833	198 560	190 275	100,0	
%-Anteil Dampf-Antrieb		47,1	56,2	61,3	70,8	68,3	61,4	61,7		
„ Wasser-Antrieb		51,6	42,7	37,5	28,3	31,1	38,1	37,7		
„ Treiböl-Antrieb		1,3	1,1	1,2	0,9	0,6	0,5	0,6		

[1] Nicht öffentliche Werke. Es ist nur die Lieferung an die öffentliche Versorgung berücksichtigt. — [3] Einschl. eines oder mehrerer kleinerer Wasserkraftwerke, die dem betreffenden Werk gehören. — [3] Dasselbe Werk, das bereits als Dampf- bzw. Wasserkraftwerk aufgeführt ist. — [4] Mit Rücksicht auf die Kesselleistung ist die verfügbare Leistung etwa 40 % geringer.

* Gehört zur Aufsatzreihe über die öffentliche Elektrizitätswirtschaft der Versorgungsgebiete Deutschlands und des Auslandes im Jahre 1932 (vgl. ETZ 1933, S. 601; 772). Weitere Aufsätze folgen. D. S.

Digitized by Google

lung: die anfallende Wasserenergie, auch der industriellen Kraftwerke, wird durch die allgemeine Verkupplung immer vollständiger ausgenutzt, die kleineren Dampf- und Treibölkraftwerke werden stillgelegt bzw. beschränken sich auf Spitzenbetrieb oder Reservehaltung.



a Anteil der Antriebskräfte *b* Anteil der Erzeugerwerke

Abb. 2. Energieerzeugung der öffentlichen Werke in Ostpreußen und Freistaat Danzig.

Abb. 2 stellt die Entwicklung der Energieerzeugung 1926···1932 dar; der Anteil von Dampf-, Wasser- und Treibölantrieb und der Anteil der drei großen Lieferwerke an der Erzeugung ist angegeben.

Die Wirtschaftskrise traf die Elektrizitätswirtschaft der betrachteten Gebiete in einer Zeit, in der sie kaum begonnen hatte, eine aufblühende Entwicklung zu nehmen. So kommt es, daß diese Entwicklung zwar nicht jenen starken Knick nach abwärts aufweist, wie es bei den Werken im Reich der Fall ist, aber von 1930 an bei schwachem Rückgang auf einem Stande von etwa 75 kWh je Einwohner bzw. 50 kWh/km² beharrt, Werten, die weit unter dem Durchschnitt im Reiche liegen und die schwierige Lage der östlichen Werke kennzeichnen. (Ohne die beiden Städte Königsberg und Danzig stellen sich die spezifischen Zahlen auf etwa 50 kWh je Einwohner, bzw. 25 kWh/km².)

Abb. 3 bringt das Ergebnis einer Rundfrage. Sie enthält für die Jahre 1926···1932 die Summe der Leistungen aller Kraftwerke, die in Zahlentafel 1 aufgeführt sind, und zwar jeweils für einen ganz bestimmten Zeitpunkt, der erfahrungsgemäß ein höchstbelasteter des Jahres ist. Auf diese Weise ist es möglich, die Höchstleistung der öffentlichen Versorgung für das gesamte Gebiet annähernd genau zu überblicken[1]. Nutzbare Abgabe, Jahreshöchstleistung und hierauf bezogene Benutzungsstundenzahl der drei größten Werke für das Jahr 1932 zeigt die Zahlentafel 2.

[1] Die Zahlen erhalten eine gewisse Unsicherheit dadurch, daß die Leistungsangaben des Elektrizitätswerkes Tilsit nicht zu erhalten waren und geschätzt werden mußten.

Zahlentafel 2. Betriebsergebnis der drei größten Werke im Jahre 1932.

Werk	nutzbar abgegebene Energie* kWh · 10⁹	Höchstleistung des eigenen Netzes kW	Benutzungsdauer der Höchstleistung h
Ostpreußenwerk A. G. . .	86 412	25 040	3 450
Königsberger Werke . . .	54 947	16 000	3 420
Städt. Betriebswerke Danzig	37 614	10 800	3 480

* Ab Sammelschiene ins Netz.

3. Bauvorhaben für das 60 kV-Netz und die Kraftwerke.

Das Ostpreußenwerk wird im Jahre 1933 den Bau der 60 kV-Leitung Allenstein—Rastenburg durchführen, um durch die Schließung des Ringes die Sicherheit in der Versorgung der südlichen Provinz zu erhöhen.

Die letzten Jahre des Stillstandes in der Entwicklung hat das Ostpreußenwerk dazu benutzt, das Projekt eines neuen Kraftwerkes im Osten der Provinz baureif zu machen. Es ist beabsichtigt, in diesem Jahre die Fundamente des neuen Kraftwerkes fertigzustellen. Das Kraftwerk wird in Gumbinnen mit einer installierten Maschinenleistung von 10 000 kW errichtet und durch eine 60 kV-Leitung nach Insterburg an das Hochspannungsnetz angeschlossen. Die Wahl des Ortes wurde durch sorgfältige Untersuchungen bestimmt. Die Konzentrierung der Leistung in den Großkraftwerken Königsberg oder Elbing würde den Übergang von 60 kV auf 100 kV bei den Hauptleitungen über kurz oder lang notwendig machen. Wirtschaftlicher als diese Maßnahme erwies sich nach den Untersuchungen der Verzicht auf eine Verstärkung des Hochspannungsnetzes und der Bau eines Stützpunktes im Osten der Provinz, insbesondere auch im Hinblick darauf, daß ein Kraftwerk von 10 000 kW mit einem nahezu gleichen Einheitspreis je kW zu erstellen ist wie ein Kraftwerk vielmal größerer Leistung. Nach Fertigstellung des Gumbinner Werkes wird das Netz des Ostpreußenwerkes seine Grundlast vom Kraftwerk Elbing, seine Spitzenlast vom Wasserkraftwerk Friedland und die Zwischenlast der Wintermonate vom Kraftwerk Gumbinnen beziehen.

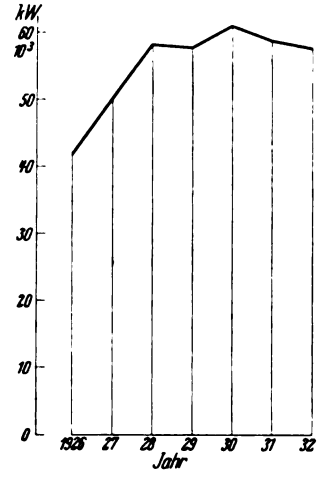


Abb. 3. Summenleistung der Werke am Freitag vor dem 24. XII., 1926···1932, 17ʰ.

Selbstinduktion bei einer Verformung des Leiterkreises.

(Mitteilung aus dem Elektrotechnischen Institut der T. H. Stuttgart*.)

Von Rudolf Rühle, Stuttgart.

(Schluß von S. 798.)

3. Lösung. Bei der vorhergehenden Lösung haben wir gesehen, daß wir bei konstantem Strom dann in gewissem Sinne mit reinem Bewegungschwund rechnen können, wenn sich die Länge des Leiters nicht ändert. Wenn wir also dafür sorgen, daß das Leiterstück, um das sich das Quadrat bei der Ausdehnung verlängert, schon vor der Ausdehnung im Leiter enthalten ist, doch so, daß es keinen Beitrag zum Feld gibt, so müssen wir mit reinem Bewegungschwund auskommen können. Dies erreichen wir etwa dadurch, daß wir unsern Leiter so legen, wie in Abb. 3 angegeben ist, nämlich von *A* nach *B*, *C*, *D*, *E*, *F* und zurück nach *A*. Die Felder der Leiterstücke *CB* und *EF* werden aufgehoben (bifilare Leitung), so daß tatsächlich nur die Stromstücke *AC*, *CD*, *DE* und *EA* wirksam sind. Bewegen wir unsern Leiter in die gestrichelte Lage, so daß *EDC* in *E'D'C'* übergeht, so haben wir zunächst wieder denselben Bewegungsschwund wie in der vorhergehenden Lösung:

$$S_{B_1} = -4\frac{\mathrm{d}\Phi_I^1 + \mathrm{d}\Phi_{II}^1}{\mathrm{d}t}.$$

Dazu kommt aber noch ein zweiter Bewegungschwund, nämlich dadurch, daß sich die Linienelemente $GE = \mathrm{d}s$ und $HC = \mathrm{d}s$ um 90° drehen und in die Lagen GE' und HC' übergehen. Wir betrachten zunächst die Bewegung

* Die Anregung zu der vorliegenden Arbeit verdanke ich Herrn Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr. techn. h. c. F. Emde, dem ich auch für seine guten Ratschläge sehr zu Dank verpflichtet bin.

Digitized by Google

von *GE*. Da nur die relative Bewegung maßgebend ist, können wir auch das Quadrat *GAHD'* um *G* rechts herum um 90° drehen in die Lage *GA'H'A* und die von *GE* herrührende Flußänderung bestimmen. Bezeichnen wir den Fluß von *GE* durch das ursprüngliche Quadrat mit $\mathrm{d}\Phi_s$

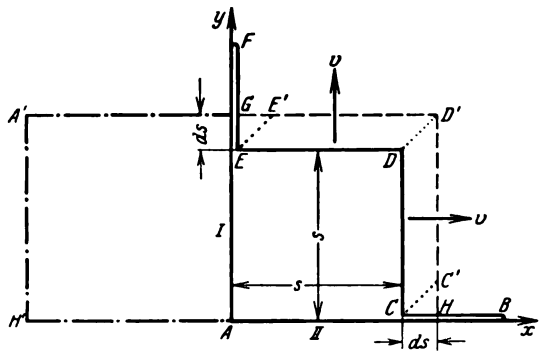


Abb. 3.

(siehe früher), so ist der Fluß durch das gedrehte Quadrat wegen der Symmetrie $-\mathrm{d}\Phi_s$. Die gesamte Flußänderung ist also $2\,\mathrm{d}\Phi_s$. Für *CH* ergibt sich bei der Drehung nach *C'H* entsprechend dieselbe Flußänderung $2\,\mathrm{d}\Phi_s$, so daß wir als weiteren Bewegungschwund erhalten

$$S_{B_2} = -4\,\frac{\mathrm{d}\Phi_s}{\mathrm{d}t}$$

und als Gesamtschwund

$$-\frac{\mathrm{d}\Psi}{\mathrm{d}t} = -4\,\frac{\mathrm{d}\Phi_I^1 + \mathrm{d}\Phi_{II}^1 + \mathrm{d}\Phi_s}{\mathrm{d}s}\,v\,,$$

d. h. genau dasselbe Ergebnis wie bei der 2. Lösung. Da der reine Bewegungschwund immer durch Schnitt des Leiters mit Kraftlinien erklärt werden kann, ist die Behauptung Duntons, die „Schnittheorie" liefere ein falsches Ergebnis, nicht richtig. Am sichersten geht man aber in schwierigeren Fällen immer, wenn man auf die „Schnittheorie" verzichtet und in Ruhe- und Bewegungschwund zerlegt. Daß diese Zerlegung nicht eindeutig ist, d. h. in unserem Beispiel nicht etwa an die zweite Lösung gebunden ist, soll die letzte Lösung zeigen.

4. Lösung. Sind in einem Stromkreis die Längenabmessungen des Kreises groß gegen die Abmessungen des Leiterquerschnitts, so kann die Selbstinduktion auch als Gegeninduktion zweier linearer Stromkreise aufgefaßt werden, von denen der stromdurchflossene Primärkreis (in Abb. 4 *ABCD*) in die Leiterachse fällt, und der Sekundärkreis (in Abb. 4 gestrichelt) um den mittleren geometrischen Abstand des Leiterquerschnitts vom Primärkreis entfernt ist[4] (Abb. 4). Die Feldstärke in $P\ (x, y)$, von einem Stromelement $\mathrm{d}s$ der Seite *AB* (*I*) herrührend, ist

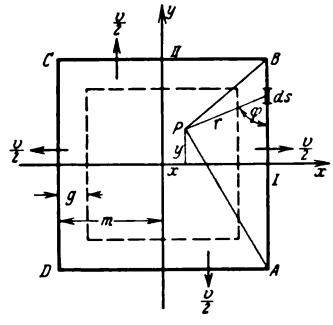


Abb. 4.

$$\mathrm{d}H_I = \frac{J\,\mathrm{d}s\,\sin\varphi}{4\pi r^2}\,.$$

Setzt man $\mathrm{d}s = \dfrac{r\,\mathrm{d}\varphi}{\sin\varphi}$ und $r = \dfrac{m-x}{\sin\varphi}$, wo $m = \dfrac{s}{2}$ ist, in diese Gleichung ein, so ergibt sich:

$$H_I = \frac{J}{4\pi}\int_{\varphi_A}^{\varphi_B} \frac{\sin\varphi\,\mathrm{d}\varphi}{m-x} = \frac{\cos\varphi_B - \cos\varphi_A}{m-x}\,\frac{J}{4\pi}$$

$$H_I = \left\{ \frac{m-y}{(m-x)\sqrt{(m-y)^2+(m-x)^2}} + \frac{m+y}{(m-x)\sqrt{(m-x)^2+(m+y)^2}} \right\} \frac{J}{4\pi}\,.$$

[4] Genau so hätte man auch in der 2. Lösung verfahren können. Es wären dann der Ruheschwund und der Bewegungschwund einzeln anders geworden, aber der Gesamtschwund wäre gleich geblieben.

Führt man folgende Abkürzungen ein:

$$m + x = x_1 \qquad m + y = y_1$$
$$m - x = x_2 \qquad m - y = y_2$$

und rechnet man entsprechend die Feldstärke in *P*, herrührend von den übrigen Seiten, so erhält man, nachdem man einzelne Glieder zusammengefaßt hat, als Gesamtfeldstärke *H* in *P*:

$$\frac{4\pi}{J}H = \frac{\sqrt{x_1^2+y_1^2}}{x_1 y_1} + \frac{\sqrt{x_1^2+y_2^2}}{x_1 y_2} + \frac{\sqrt{x_2^2+y_1^2}}{x_2 y_1} + \frac{\sqrt{x_2^2+y_2^2}}{x_2 y_2}\,. \tag{6}$$

Soll auch während der Bewegung der Koordinatenursprung Mittelpunkt des Quadrats bleiben, so muß die Geschwindigkeit der Seiten, bezogen auf das ruhende Quadrat, $\dfrac{v}{2} = \dfrac{1}{2}\dfrac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t} = \dfrac{\mathrm{d}m}{\mathrm{d}t}$ sein.

In der Zeit $\mathrm{d}t$ soll sich das primäre Quadrat nach außen mit der Geschwindigkeit $v/2$ bewegen, dadurch entsteht im sekundären Quadrat ein Ruheschwund

$$S_R' = -\int \frac{\partial B}{\partial t}\,\mathrm{d}o = -\frac{v}{2}\int \frac{\partial B}{\partial m}\,\mathrm{d}o = -\frac{v}{2}\,4\int_0^{m-g}\mathrm{d}y\int_0^{m-g}\frac{\partial B}{\partial m}\,\mathrm{d}x.$$

Man findet

$$-\frac{\partial B}{\partial m} = \frac{\Pi_0 J}{4\pi}\sum_{\mu=1}^{\mu=2}\sum_{\nu=1}^{\nu=2}\frac{1}{\sqrt{x_\nu^2+y_\mu^2}}\left(\frac{x_\nu}{y_\mu^2}+\frac{y_\mu}{x_\nu^2}\right).$$

Nach den Integralformeln III und V ergibt sich:

$$\frac{4\pi}{\Pi_0 J}\int_0^{m-g}\frac{\partial B}{\partial m}\,\mathrm{d}x = \frac{\sqrt{4m^2+y_1^2}}{y_1}\left(\frac{1}{2m}-\frac{1}{y_1}\right)$$
$$+\frac{\sqrt{4m^2+y_2^2}}{y_2}\left(\frac{1}{2m}-\frac{1}{y_2}\right)+\frac{\sqrt{g^2+y_2^2}}{y_2}\left(\frac{1}{y_2}-\frac{1}{g}\right)+\frac{1}{y_1}-\frac{1}{g}\,.$$

Führt man die zweite Integration nach den Integralformeln I und II aus, so erhält man für den gesamten Ruheschwund

$$S_R' = -4\,v\,\frac{\Pi_0 J}{4\pi}\left\{\ln\frac{2s}{g\,(1+\sqrt{2})^2}+2\sqrt{2}-1-\frac{s}{g}\right\}. \tag{7}$$

Um den Bewegungschwund zu erhalten, lasse man jetzt den Sekundärkreis sich mit der Geschwindigkeit $v/2$ nach außen bewegen, so daß der Abstand von Sekundär- und Primärkreis wieder *g* wird.

Allgemein ist für den Bewegungschwund

$$S_B' = \oint [\mathfrak{v}\,\mathfrak{B}]\,\mathrm{d}\mathfrak{r}\,.$$

In unserm Fall, wo $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{v}$ und $\mathrm{d}\mathfrak{r}$ schon aufeinander senkrecht stehen, können wir dafür schreiben (wir brauchen das Integral nur über eine halbe Seite zu erstrecken und das 8fache zu nehmen):

$$S_B' = -8\,\frac{v}{2}\int_0^{m-g} B(x, m-g)\,\mathrm{d}x\,,$$

wo nach Gl. (6)

$$\frac{4\pi}{\Pi_0 J}\,B(x, m-g) = \frac{\sqrt{x_1^2+4m^2}}{2m\,x_1} + \frac{\sqrt{x_2^2+4m^2}}{2m\,x_2} + \frac{\sqrt{x_2^2+g^2}}{g\,x_2} + \frac{1}{g}$$

ist. Nach der Integralformel I ergibt sich für den Bewegungschwund

$$S_B' = -4\,v\,\frac{\Pi_0 J}{4\pi}\left\{\ln\frac{2s}{g} - 1 + \frac{s}{g}\right\}, \tag{8}$$

und nach Gl. (7) und (8) für den Gesamtschwund wieder

$$-\frac{\mathrm{d}\Psi}{\mathrm{d}t} = S_R' + S_B' = -8\,v\,\frac{\Pi_0 J}{4\pi}\left\{\ln\frac{2s}{g\,(1+\sqrt{2})} + \sqrt{2} - 1\right\}.$$

Digitized by Google

Man könnte glauben, der Ruheschwund oder der Bewegungschwund sei immer absolut kleiner als der Gesamtschwund. Das ist aber in unserer 4. Lösung durchaus nicht der Fall. Für $s/r = 100$ erhalten wir z. B.

für den Ruheschwund $S'_R = +122{,}80 \cdot 4\,v\,\frac{\Pi_0 J}{4\pi}$

für den Bewegungschwund $S'_B = -132{,}95 \cdot 4\,v\,\frac{\Pi_0 J}{4\pi}$

und für den Gesamtschwund $S = -10{,}15 \cdot 4\,v\,\frac{\Pi_0 J}{4\pi}$.

Der Gesamtschwund ist also absolut genommen viel kleiner als der Ruhe- oder Bewegungschwund einzeln. Dies ist darauf zurückzuführen, daß bei der Bewegung des Primärkreises (Ruheschwund) der sehr nahe Sekundärkreis von einem starken Feld geschnitten wird und deshalb einen sehr großen Schwund hat, der aber durch das Nachrücken des Sekundärkreises (Bewegungschwund) zum großen Teil wieder rückgängig gemacht wird.

Wir haben an einem Beispiel gezeigt, wie man den magnetischen Eigenschwund eines Stromkreises bei Verformung des Leiters auf verschiedenen Wegen berechnen kann. Je nach der Art der Aufgabe verdient bald der eine, bald der andere Berechnungsweg den Vorzug. Ist die Induktivität des Stromkreises bekannt, wie etwa in unserem Beispiel, so ist zweifellos die erste Lösung die einfachste. Läßt sich die Induktivität nicht leicht bestimmen, so kann die 4. Lösung vorzuziehen sein. Dabei wird der Stromkreis durch zwei eng benachbarte Linien von konstantem Abstand ersetzt (Primär- und Sekundärkreis). Verformt wird zunächst nur die eine Linie, dann erst wird die zweite in den richtigen Abstand von der ersten nachbewegt. Dadurch wird der magnetische Gesamtschwund in einen Ruheschwund und einen Bewegungschwund zerlegt. Jedoch läßt sich dieser einfache Grundgedanke nicht immer in der Rechnung bequem durchführen. Weiter zeigt das angeführte Zahlenbeispiel, daß hierbei das Resultat ungenau werden kann, da der Gesamtschwund als Differenz zweier etwa gleich großer Zahlen erscheint.

Wie aus den Lösungen 2 und 3 ersichtlich, ist die Berechnung des Eigenschwundes nach der „Schnitttheorie" (kein Ruheschwund) durchaus nicht die einfachste, wie man etwa meinen könnte. Vielmehr kommt man damit ohne weiteres überhaupt nicht zum Ziel, da es eben nicht wahr ist, daß kein Ruheschwund vorhanden sei. Nur künstlich, nämlich dadurch, daß man im Laufe der Rechnung den Standpunkt wechselt und den Leiter verlängert (Lösung 3), kann man mit der „Schnittheorie" allein durchkommen. Aus diesem Grunde gibt diese Berechnungsart am ehesten Anlaß zu Fehlschlüssen, wie auch die Arbeit Duntons zeigt. Man wird deshalb die Vorstellung von geschnittenen Kraftlinien bei ähnlichen Aufgaben am besten meiden.

Integralformeln, auf die in der Arbeit verwiesen ist.

$$\int \frac{\sqrt{x^2+a^2}}{a\,x}\,dx = \frac{1}{a}\sqrt{x^2+a^2} + \ln\frac{x}{a+\sqrt{x^2+a^2}} = \sqrt{\frac{x^2}{a^2}+1} - \mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Sin}\,\frac{a}{x} \qquad (I)$$

$$\int \frac{\sqrt{x^2+a^2}}{x^2}\,dx = -\frac{\sqrt{x^2+a^2}}{x} + \ln\left(x+\sqrt{x^2+a^2}\right) = \mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Sin}\,\frac{x}{a} - \sqrt{\frac{a^2}{x^2}+1} \qquad (II)$$

$$\int \frac{x}{\sqrt{x^2+a^2}}\,dx = \sqrt{x^2+a^2} \qquad (III)$$

$$\int \frac{a}{x\sqrt{x^2+a^2}}\,dx = \ln\frac{x}{\sqrt{x^2+a^2}+a} = -\mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Sin}\,\frac{a}{x} \qquad (IV)$$

$$\int \frac{a}{x^2\sqrt{x^2+a^2}}\,dx = -\frac{\sqrt{x^2+a^2}}{a\,x} \qquad (V)$$

$$\int \frac{a}{\sqrt{x^2+a^2}^3}\,dx = \frac{x}{a\sqrt{x^2+a^2}}. \qquad (VI)$$

Dieselmotor und Elektromotor.

Rechnerische Unterlagen für einen Vergleich ihrer Wirtschaftlichkeit. — Der Rückgang des Stromabsatzes der öffentlichen Elektrizitätswerke hat Veranlassung gegeben, die Wettbewerbsfähigkeit des Elektromotors mit anderen Antriebsmaschinen, insbesondere mit dem Dieselmotor, in den verschiedenen Industrien und Gewerben erneut zu untersuchen. Diese Frage wurde wohl bereits in den Aufsätzen des Herrn Prof. Dr. Dr. Windel, „Höchstpreise für Stromlieferung"[1] und „Elektromotor, Rohölmotor oder Benzolmotor?"[2], wie auch in einem Artikel von Prof. Schneider und Dipl.-Ing. Schnaus „Schema einer Wirtschaftlichkeitsrechnung für den Vergleich von Dieselmotor und Elektromotor"[3] behandelt. Diese Aufsätze zeigten in Formeln und Beispielen, wie die jeweiligen Betriebskosten von Dieselmotoranlagen ermittelt werden können.

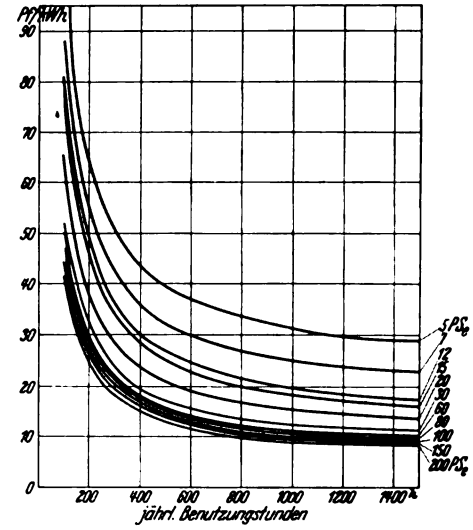


Abb. 1. Zusammenstellung der mittleren Betriebskosten für 1 kWh für Dieselmotoren verschiedener Leistungen von 5 ··· 200 PS_e bei Vollast.

Infolge der zwischenzeitlich eingetretenen erheblichen Unterschiede sowohl hinsichtlich der Anlagekosten wie auch der Preise für Brennstoff, Herabsetzung des spezifischen Brennstoffverbrauches und dergl. lag es im Interesse der Elektrizitätswerke, neue auf Grund der z. Z. geltenden Preise und Angaben aufgestellte Berechnungsunterlagen zu erhalten. Diesem Bedürfnis wurde durch einen heute vorliegenden weiteren wertvollen Beitrag zur Lösung dieser Frage Rechnung getragen. Im Gegensatz zu den vorerwähnten Aufsätzen werden hier aber alle Formeln vermieden und dafür in äußerst übersichtlichen, auf 48 Seiten rd. 2400 Einzelzahlen enthaltenden Tabellen die Rechnungs-Endergebnisse zusammengestellt, die sich auf Grund von Unterlagen, die der Verfasser in eingehender Weise zusammengestellt hat, für die Mittelwerte der Selbstkosten (Kapital- + Betriebsausgaben) für Dieselmotoranlagen ergeben[4].

Der Verfasser hat seine Berechnungen auf 11 verschiedene Motorengrößen von 5 bis 200 PS_e und auf neun verschiedene Benutzungsdauern von 100 bis 4000 Jahresbetriebsstunden ausgedehnt und zwar jedesmal für 1/1, ¾ und ½ Belastung. In den Vorbemerkungen sind die den einzelnen Berechnungen zugrunde gelegten Unterlagen, also z. B. der spezifische Brennstoffverbrauch bei den verschiedenen Belastungen, die Kosten für Brennstoff, Schmieröl und Kühlwasser, der jährliche Kapitalsdienst (10 + 4,6 %) usw. angegeben. Irgendwelche Vergleiche mit den Kosten der Elektromotoren werden in dem Heft nicht gebracht; der Zweck des Buches ist vielmehr, den berufenen Wirtschaftsberatern das erforderliche Zahlenmaterial an Hand zu geben, um sie zu befähigen, diese Vergleiche selbst anzustellen und den von ihnen betreuten Industriellen und Gewerbetreibenden zu der im jeweiligen Falle wirtschaftlichsten Betriebsart zu raten. Ins-

---

[1] ETZ 1924, S. 995 und S. 1027, und 1925, S. 131.
[2] ETZ 1925, S. 302.
[3] ETZ 1931, S. 601.
[4] Zusammenstellung der mittleren Betriebs-Selbstkosten für Dieselmotoren-Anlagen von 5 ··· 200 PS_e für Vollast-, Dreiviertellast- und Halblast-Betrieb von Dir.-Ing. G. Bitter, beratendem Ingenieur, Berlin-Halensee, erweiterte Ausgabe Oktober/Dezember 1932.

Digitized by Google

besondere soll auch den Elektrizitätswerken das Heft für ihre Verhandlungen mit ihren Abnehmern die Möglichkeit geben, auf Grund des angebotenen Stromtarifes die Errichtung eigener Dieselmotorenanlagen gegebenenfalls zu verhindern und die Interessenten als Abnehmer zu gewinnen.

Auch der Gewerbetreibende selbst wird aus dem Besitze des Buches Nutzen ziehen. Wenn er auch vor der endgültigen Entscheidung den Rat eines unabhängigen, mit beiden Betriebsarten genau vertrauten Sachverständigen einholen wird, so kann er aus den Tabellen doch ersehen, ob die Frage: Diesel- oder Elektromotor für ihn überhaupt besteht, oder ob eine der beiden Antriebsarten für seinen Sonderfall sich ohne weiteres als wirtschaftlich erweist.

Die nachstehenden Kurvendarstellungen zeigen die in den Bitterschen Tabellen errechneten mittleren Endergebnisse bei verschiedenen jährlichen Benutzungsdauern, und zwar Abb. 1 bei Vollast-, Abb. 2 bei Dreiviertellast- und Abb. 3 bei Halblastbetrieb. In der Abb. 1 sind sämtliche Motorengrößen, welche in der Zusammenstellung von Bitter behandelt werden, enthalten, während die beiden anderen hier gebrachten Kurvendarstellungen nur einige Motorengrößen hervorheben.

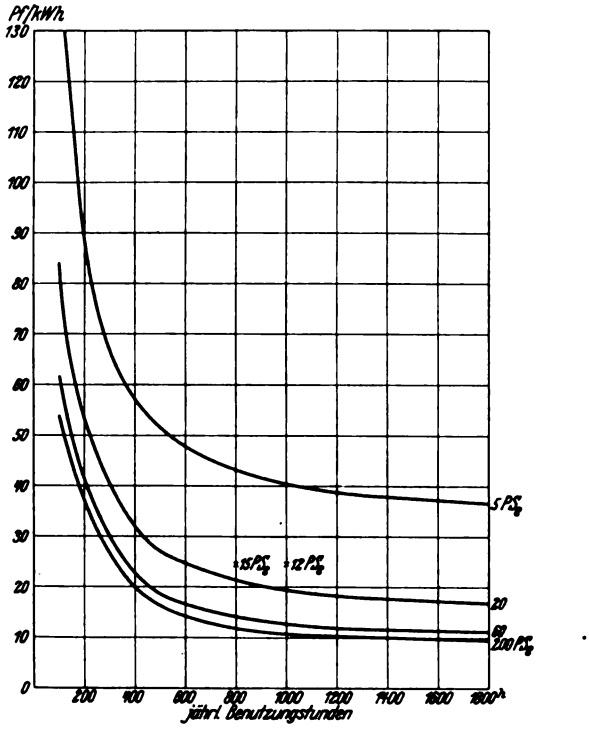


Abb. 2. Dreiviertellastbetrieb.

In dem Bitterschen Heft sind die Berechnungen bis zu 4000 jährlichen Benutzungsstunden durchgeführt, so daß man aus denselben sofort feststellen kann, wann z. B. bei verschiedenen Strompreisen ein Dieselmotor bestimmter Größe bei 1/1-, ¾- und ½-Last und bei verschiedenen Jahresbenutzungsstunden (Mittelwerte zugrunde gelegt) dem elektrischen Antrieb überlegen ist.

Um einige Beispiele zu zeigen:

I. bei ¾-Last ergibt sich aus den Bitterschen Kurven bei einem Strompreis von 25 Pfg/kWh:

a) ein 5 PS_e-Dieselmotor kommt überhaupt nicht in Frage, da selbst bei 4000jährlichen Benutzungsstunden der mittlere Selbstkostenpreis noch 32,41 Pfg/kWh ausmacht;

b) ein 7 PS_e-Dieselmotor kommt erst bei mehr als 3000 Jahresstunden,

c) ein 12 PS_e-Dieselmotor kommt erst bei mehr als 1000 Jahresstunden,

d) ein 15 PS_e-Dieselmotor kommt erst bei mehr als 800 Jahresstunden,

e) ein 20 PS_e-Dieselmotor kommt erst bei mehr als 600 Jahresstunden,

f) ein 30 PS_e-Dieselmotor kommt erst bei mehr als 400 Jahresstunden,

g) ein 60 ··· 80 PS_e-Dieselmotor kommt erst bei mehr als 370 Jahresstunden,

h) ein 200 PS_e-Dieselmotor kommt erst bei mehr als 250 Jahresstunden

als Konkurrenz für den Elektromotor in Betracht.

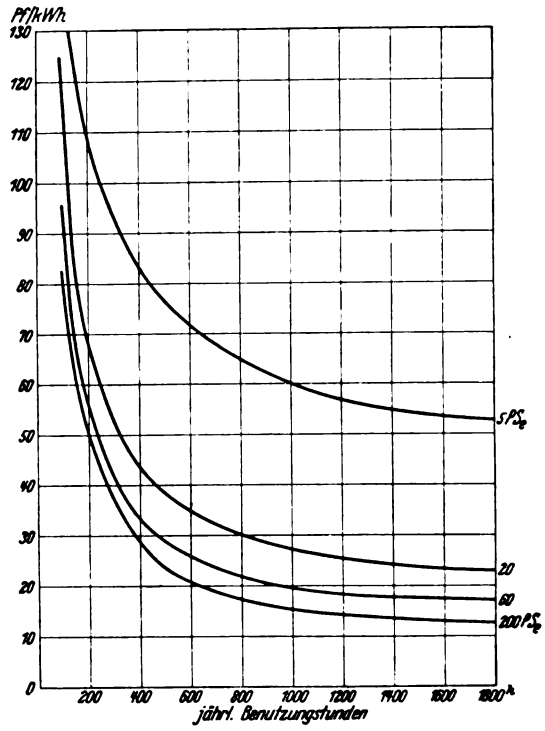


Abb. 3. Halblastbetrieb.

II. bei Vollast ergibt sich bei einem Strompreis von 7 Pfg/kWh: daß der Dieselmotor nur konkurrenzfähig ist, wenn er bei einer Leistung von mehr als 150 PS_e und mehr als 3000 oder bei einer Leistung von mehr als 200 PS_e mehr als 2000 Jahresbenutzungsstunden aufweist. *Trb.*

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter.

Nr. 336.

Auf Grund des § 9 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, ist dem Elektrizitätswerk Wesertal G. m. b. H. in Hameln die Genehmigung erteilt worden, als Elektrisches Prüfamt 23 amtliche Prüfungen und Beglaubigungen von Elektrizitätszählern und elektrischen Meßgeräten auszuführen, und zwar

mit Gleichstrom . . . . . bis 200 A 450 V
mit Wechsel- und Drehstrom . bis 200 A 500 V

(Verfügung des Reichsministers des Innern vom 12. 4. 1933, Reichsministerialblatt Nr. 14, 1933).

Berlin-Charlottenburg, den 28. April 1933.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

In Vertretung:

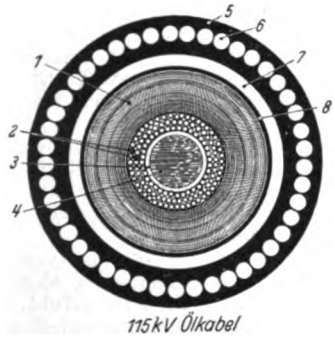
Kösters.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Leitungen.

115 kV-Unterwasser-Ölkabel. — Mitte Juni wurde eine 115 kV-Ölkabelanlage in Betrieb genommen, die im Auftrage der Northwestern Electric Co. in Portland von der GEC gebaut worden war. Die Anlage dient zur Überquerung von 2 Armen des Columbia-Flusses in der Nähe von Portland. Der breitere Arm mißt etwa 1050 m, der schmälere etwa 420 m. Die verwendeten Kabellängen betragen rd. 1150 und 500 m. Gewählt wurden drei Einleiterkabel mit einem Aufbau nach Abb. 1. Eine Hartkupferbewehrung wurde an Stelle der üblichen Bewehrung aus Stahldrähten gewählt, um die Zusatzverluste (es handelt sich um Einleiter-Wechselstromkabel) möglichst niedrig zu halten. Durch die erwähnte Maßnahme (also den Aufwand von etwa 1000 mm² Kupfer für die Bewehrung) wird eine Mehrbelastbarkeit von etwa 35 % gegenüber einem stahldrahtarmierten Kabel erzielt 115 000 kVA an Stelle von 86 000 kVA!). [Dieses außergewöhnliche Vorgehen ist damit gerechtfertigt, daß der Preis des an sich sehr teuren Kabels hierdurch nicht in ähnlichem Maße wächst wie seine Belastbarkeit. Der Berichter.] Obige Belastungsziffern beruhen auf einer Höchsttemperatur des Leiters von 70 ° C und einer Umgebungstemperatur von 40 ° C. Der Berechnung ist die Erwärmung des thermisch ungünstigsten Teils der Anlage (der in Luft befindlichen Kabelenden) zugrunde gelegt.



1 Papierisolation
2 Kupferleiter
3 Kupferwendel
4 Ölkanal
5 Jute
6 Cu-Runddraht-Armier.
7 Bleimantel
8 gelochtes Cu-Band

Abb. 1. Schnitt durch ein 115 kV-Ölkabel; Gesamtgewicht etwa 30 kg/m.

Auf sorgfältigste Verbindung und Erdung der Bleimäntel und Bewehrungen wurde im Hinblick auf die Vermeidung von Korrosion besonderer Wert gelegt, was ja auch bereits deshalb notwendig war, weil die Ströme in der Bewehrung ähnlich hoch wie die im Leiter sind. Funkenstrecken an den Endverschlüssen, die so eingestellt sind, daß sie nur bei Gewitterüberspannungen, nicht aber bei den höchsten Schaltüberspannungen ansprechen, schützen das Kabel gegen Überbeanspruchung und Durchschlag.

Zur Speisung dienen die bekannten Zellenspeisetanks, die in etwa 13,5 m Höhe oberhalb des Wasserspiegels angebracht sind. Bei einer größten Tiefe der breitesten Überquerung von etwa 10 m bewirkt also ein gesamter Überdruck von rd. 2,1 at das Nachströmen von Öl bei Abkühlung des Kabels. Der Durchmesser des Ölkanals innerhalb des Leiters ist so bemessen, daß selbst unter den schwierigsten Verhältnissen (kalte Jahreszeit) bei Abkühlung (Nachströmen von Öl) auch die ungünstigste Stelle, also die Mitte des Kabels unter Überdruck steht, so daß der Entstehung von Hohlräumen mit ihren gefahrbringenden Auswirkungen wirksam vorgebeugt ist. Außer den normalen Behältern sind an jedem Ende Hilfsbehälter mit etwa 500 l Inhalt angebracht, die dann zugeschaltet werden, wenn — z. B. durch einen Anker — eine Beschädigung des Bleimantels hervorgerufen wird. Der genannte Vorrat reicht aus, um bei einem Kabelschaden für längere Zeit einen Ölaustritt an der Fehlerstelle zu bewirken und somit dem Wasser den Eintritt in das Kabel zu verwehren. Obwohl selbst bei Fehlen der „Not"behälter das Wasser nur langsam in das Kabel eindringen würde, hat man die erwähnten Vorkehrungen getroffen, damit im Fehlerfall nur ein verhältnismäßig kurzes Kabelstück unbrauchbar wird. Man hat ermittelt, daß auf diese Weise bis zur Hebung des Kabels nicht mehr als etwa 60 ··· 100 m durch Wassereinbruch beschädigt werden, an deren Stelle in einem solchen Falle ein neues bereitgestelltes Kabelstück mit 2 Muffen in das gehobene Kabel eingeflickt werden müßte.

Die Verlegung der drei Kabellängen erfolgte gleichzeitig. Hinsichtlich Einzelheiten muß auf die Originalarbeit hingewiesen werden. Die Kabel wurden unmittelbar in den Fluß gelegt, ohne daß vorher eine Rinne entsprechender Breite und Tiefe in das Bett gebaggert wurde, weil sich die Kosten hierfür auf etwa 170 000 bis 210 000 RM belaufen hätten, und die oben genannte Gesellschaft bei ungeschützter Verlegung im Flußbett keine schlechten Erfahrungen gemacht hatte (es war bei 92 „Unterwasser-Kabel-Jahren" nur ein Fehler aufgetreten). Zu Ölkabeln hatte man sich im vorliegenden Falle entschlossen, weil man hiermit selbst bei noch höheren Spannungen (132 000 V) die besten Erfahrungen gemacht hatte, da mit der Anwendung des Ölprinzips die Hohlraumbildung und damit die Ursache für die Alterung und den allmählichen Verfall des Dielektrikums behoben ist. (E. F. Pearson, S. R. Shanklin, W. R. Bullard u. S. B. Clark, Electr. Wld., N. Y., Bd. 100, S. 530.) *E.Kh.*

Stabilität von Kuppelleitungen zwischen Netzen und Kraftwerken. — Die Beherrschung des Kraftflusses gekuppelter Netze ist anerkannt von größter Wichtigkeit, da der Zusammenschluß großer Stromversorgungsgebiete bedeutende wirtschaftliche Vorteile bietet. Dabei ist eine der Wirtschaftlichkeit vorgehende Forderung die der absoluten Betriebsicherheit: „Ohne Betriebsicherheit keine Wirtschaftlichkeit!" — Nur ein eingehendes Studium der maßgebenden Faktoren kann dazu führen, die richtige Bemessung und Ausführung der Anlage vorzusehen, um dieses Ziel zu erreichen. Daher ist jede Untersuchung auf diesem Gebiet zu begrüßen. Schönholzer geht bei seiner Arbeit davon aus, zunächst einmal eine genaue Problemstellung unter Berücksichtigung der physikalischen Bedingungen zu geben, um dann rechnerisch und zeichnerisch den gegenseitigen Einfluß der Bezugsgrößen zu bestimmen und anschaulich zu machen. Die Berechnungsgrundlagen werden von den einfachsten Fällen zu den verwickelteren fortschreitend gegeben.

Zum besseren Verständnis sind 3 praktische Beispiele durchgearbeitet worden, u. zw. für 20 MW, 100 kV, 100 km, dann für 100 MW, 220 kV, 500 km und schließlich für 300 MW, 380 kV, 1200 km. Von den Ergebnissen dürften folgende Zahlen interessieren: Bei 100 kV beträgt die Kippleistung ohne Berücksichtigung von Kapazität und Ableitung bei verlustloser Leitung 275 MW, bei Berücksichtigung des Ohmschen Widerstandes 146 MW. Wenn die Transformatoren an den Leitungsenden eingeschlossen werden, haben wir 71,5 MW. Bei gleicher Spannung an beiden Enden der Leitung wird bei dem Impedanzwinkel von 45 ° die Kippleistung 51,5 MW, bei 84 ° 20 ′: 224 MW.

Die Behandlung der dynamischen Stabilität und Grenzlast ist etwas kürzer gehalten worden. Es werden die Beeinflussung des stabilen Betriebes durch Schaltvorgänge, Ausfallen von Leitungen, Kurzschlüssen am Ende der Leitung und in Stichleitungen sowie die hiergegen zur Verfügung stehenden Mittel besprochen: Schnellregelung der Spannung, Ausrüstung langer Übertragungsleitungen durch Stützpunkte längs der Leitung nach dem Baumprinzip zur Konstanthaltung der Spannung. — Die Arbeit gibt einen guten Überblick und bequeme Rechnungsverfahren, um Aufgaben, die sich auf Untersuchungen der Stabilität einer Anlage beziehen, zu lösen. (E. Schönholzer, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 23, S. 379 u. 397.) *Bu.*

Elektromaschinenbau.

Die Wärmeflüsse in den Rotoren der Turbogeneratoren. — Die in dieser Arbeit entwickelten Gleichungen sollen in erster Linie dem im Berechnungsbüro praktisch tätigen Ingenieur die Möglichkeit geben, die im Rotor auftretenden Wärmeflüsse rechnerisch zu verfolgen und die im Betriebe zu erwartenden Temperaturen im voraus zu bestimmen. Hierüber hinaus lassen sich nach dieser Theorie die Bedingungen aufstellen, die erfüllt sein müssen, um den wärmetechnisch günstigsten Fall, d. h. konstante

Digitized by Google

Temperatur über die Rotorlänge, praktisch zu erreichen. Obwohl der Arbeit eine bestimmte Rotorkonstruktion zugrunde gelegt wurde, dürfte es doch keine Schwierigkeiten bereiten, die entwickelten Formeln auch auf andere Rotorkonstruktionen — selbstverständlich mit den notwendigen Abwandlungen — anzuwenden. Der Aufsatz zerfällt in 2 Hauptteile. Im ersten Teil wird die Änderung der Temperatur in radialer Richtung berechnet, unter der Annahme, daß die Temperatur in axialer Richtung konstant ist. Die Größe der Wärmeflüsse, die auf den verschiedenen Wegen von der Wärmequelle zu der Kühlluft gelangen, wird untersucht und einfache Ausdrücke für ihre Berechnung abgeleitet. Sodann wird gezeigt, daß das Verhältnis des Wärmeflusses, der seinen Weg durch den Rotorzahn nimmt, um zur Kühlluft zu gelangen, zur gesamten, in der Rotorspule erzeugten Wärme praktisch unabhängig ist von den Temperaturen des Luftspaltes und des axialen Kanals. Diese soeben erwähnten Eigenschaften der verschiedenen Wärmeflüsse gestatten es, im zweiten Teil der Arbeit — der Berechnung der Temperaturverteilung in axialer Richtung — ebenfalls eine praktisch brauchbare Lösung anzugeben. In diesem Falle wird angenommen, daß die durch den axialen Kanal streichende Luft den Rotor erst in der Maschinenmitte wieder verläßt. Die Erwärmung dieser Luft beim Durchstreichen des Rotors wird berücksichtigt, während mit der angenommenen Statorkonstruktion die Luftspalttemperatur als konstant angesehen werden kann. Recht übersichtliche und für die Diskussion besonders geeignete Formeln ergeben sich, wenn man die Luftgeschwindigkeit im axialen Ventilationskanal so groß annimmt, daß eine Erwärmung der Luft praktisch nicht eintritt. Die entwickelte Theorie gestattet, die des öfteren in Fachkreisen auseinandergehenden Vermutungen über die Zweckmäßigkeit der axialen Kühlkanäle im Rotor zu beantworten, vorausgesetzt natürlich, daß die in Frage kommenden Luftgeschwindigkeiten bekannt sind. An einigen Beispielen, von denen allerdings nur die Ergebnisse wiedergegeben sind, wird schließlich noch die Anwendbarkeit der Gleichungen erläutert. (D. Harms, Arch. Elektrotechn. Bd. 27, H. 1, S. 1.)

Die Stromverdrängung in den Evolventenbügeln großer Generatoren und ihre Verhinderung. — Bei der Darstellung des Stirnstreufeldes großer Generatoren, welches für die Wirbelströme in den Evolventenbügeln wie auch in den benachbarten Konstruktionsteilen verantwortlich ist, wurde in der bisherigen Literatur vorzugsweise der Kraftlinienverlauf in radialen Ebenen ermittelt und dargestellt. Für die Größe der in dem Evolventenbügel auftretenden Verluste ist aber nicht nur das in diesen Ebenen verlaufende, die Schmalseite der Bügel durchsetzende Feld von Bedeutung, sondern in noch höherem Maße das tangential verlaufende Feld, welches die Breitseiten der Bügel durchdringt. Pohl und Brandt haben sich der Aufgabe unterzogen, theoretisch und experimentell eine Zerlegung des gesamten Stirnstreufeldes in seine die Bügel rechtwinklig treffenden Komponenten durchzuführen, mit dem Ziele, Verschränkungsverfahren für die Bügel anzugeben, welche ihre Zusatzverluste praktisch beseitigen sollen, wie es bei den großen Nutenleitern bereits mit vollem Erfolge geschehen ist. Während die um die Stabenden und die radialen Teile der Bügel verlaufenden Linien sich in der Umfangsrichtung schließen, muß man bei den eigentlichen Evolventen zwischen einer umfangsgeschlossenen und einer radial geschlossenen Komponente unterscheiden. Die erstere hat ihr Maximum am inneren Evolventenbeginn und fällt nach außen hin nach einem Kosinusgesetz auf Null ab, während die letztere innen Null ist und außen ihren Höchstwert erreicht. Das Gesamtfeld geht also aus einem umfangsgeschlossenen allmählich in ein radial geschlossenes über. Bei der Betrachtung der die Bügelflanken rechtwinkelig treffenden Feldkomponenten wird ferner zwischen dem Eigenfeld jeder Ebene der Zweiebenenwicklung und dem von der Nachbarebene erzeugten Fremdfeld unterschieden und der Verlauf beider über die Länge eines ganzen Bügels hin verfolgt, wobei sich bestimmte Gesetzmäßigkeiten ergeben. Die zur Kompensation des Eigenfeldes geeigneten Unterteilungs- und Verschränkungsverfahren erweisen sich für den Ausgleich des Fremdfeldes ungeeignet, und eine vollkommene Kompensation läßt sich nur durch gleichzeitige Anwendung von nach beiden Gesichtspunkten durchgeführten Verschränkungsarten erreichen. Die experimentelle Nachprüfung an zwei AEG-Turbogeneratoren für je 12 500 kVA lieferte eine gute Bestätigung der voraufgegangenen Überlegungen. (R. Pohl und H. Brandt, Arch. Elektrotechn. Bd. 27, H. 2, S. 105.)

Heizung. Öfen.

Abb. 2. Elektro-Gasherd.

Ein neuer „Elektro-Gasherd". — Eine Vermittlung in dem heftigen Konkurrenzkampf zwischen Gasherd und elektrischem Herd will die in Abb. 2 dargestellte Konstruktion[1] schaffen. Da die Brat- und Backröhre elektrisch geheizt wird, die Kochplatte aber mit Gasbrennern ausgestattet ist, sind beide Kochgelegenheiten vereinigt. Kommunale Gas- und Elektrizitätswerke werden sich diese Lösung gern zunutze machen. *of*

Bergbau und Hütte.

Stromverlauf und Leistungsumsatz im Bade von Lichtbogen-Elektrostahlöfen. — Für die Beurteilung der Wirkungsweise von Elektrostahlöfen — Lichtbogenöfen einerseits und Induktions-Tiegelöfen (Hochfrequenzöfen) anderseits — ist die Kenntnis der Badbewegung von Bedeutung. Während die Vorgänge im Bade von Induktions-Tiegelöfen hinreichend bekannt sind, weiß man von der Badbewegung im Lichtbogenofen nur, daß „sie sich ... auf eine langsame Drehung um eine senkrechte, von jeder Elektrode ausgehende Achse beschränkt; wie weit sich diese an der Badoberfläche beobachtbare Bewegung ins Badinnere hinein fortsetzt, entzieht sich unserer Kenntnis"[2].

Die vorliegende Arbeit unternimmt es, die Grundlagen für die Beurteilung dieser Fragen durch modellmäßige Vorausberechnung des Stromverlaufes und des Leistungsumsatzes im Bade von Lichtbogenöfen auf Grund der Maxwellschen Gleichungen zu schaffen.

Die analytische Lösung wird durch Feldbilder veranschaulicht. Diese zeigen insbesondere folgendes: Während an der Badoberfläche das elektrische Strömungsfeld im wesentlichen von Elektrode zu Elektrode gerichtet ist, dreht sich mit wachsender Tiefe die Stromphase, so daß man in etwa halber Badraumtiefe gerade das entgegengesetzte Strömungsbild wie an der Oberfläche findet. Allerdings ist dort die Stromdichte nur ein kleiner Bruchteil der an der Badoberfläche wirksamen; dies kommt durch die dämpfende Wirkung der Wirbelströme zustande. Hieraus ergibt sich, daß die an der Badoberfläche beobachtete langsame Badbewegung mit zunehmender Badtiefe bald praktisch aufhören muß. Noch deutlicher zeigt dies das Ergebnis der Leistungsberechnung: Für einen 15 t-Ofen bleibt die im Bade umgesetzte Leistung unter 1 kW, d. i. 1 ··· 2 ‰ der gesamten Ofenleistung.

Die vorliegende Rechnung bestätigt also einerseits den Gebrauch der Praxis, den Widerstand des Bades bzw. die in ihm umgesetzte Leistung zu vernachlässigen; anderseits erweist sie, daß praktisch im Bade von Lichtbogen-Elektrostahlöfen eine merkliche Badbewegung nicht erwartet werden kann, was für gewisse metallurgische Arbeitsvorgänge (Abstehenlassen) als Vorteil anzusprechen ist. (K. A. Lohausen, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 9 S. 611.)

Fernmeldetechnik.

Die Ursachen von Nebensprechstörungen in Fernsprechkabeln. — In Untersuchungen dieser Fragen nimmt H. Feiner vorerst in Fortführung von bereits veröffentlichten theoretischen Entwicklungen von H. Schiller[3] einen experimentellen Nachweis der in Dieselhorst-Martin-Vierern vorhandenen sog. Kopplungsabschnitte vor. Sodann wird durch systematische Versuche an Sternvierern der Einfluß von verschiedenen möglichen Fabrikationsfehlern auf die maßgebenden Kopplungswerte ge-

[1] Zu beziehen durch Vermittlung von Dir. O. Fischer, Städt. Betriebswerke, Frankenberg (Sa.).
[2] Kriz, Stahl u. Eisen Bd. 49 (1929), S. 417.
[3] Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 8 (1931), S. 114, und Bd. 9 (1932), S. 81.

Digitized by Google

klärt. Dabei wird eine empfindliche Meßmethode angewendet, welche eine kurvenmäßige Darstellung des Kopplungsverlaufes längs der ganzen Viererlänge ermöglicht.

Die graphische Darstellung gibt ein anschauliches Bild der Verteilung der Kopplungen in einem DM-Vierer. Falls der Kopplungsabschnitt entkoppelt ist, ist das Bild eine um die Nullinie schwankende periodische Kurve. Wenn aber der Kopplungsabschnitt nicht entkoppelt ist, erhält man eine mit der Länge linear ansteigende Kopplung, der noch eine periodische Schwankung überlagert ist. Es ergibt sich eine befriedigende Übereinstimmung mit den theoretischen Erwartungen. Die aus den Messungen hervorgehende starke Abhängigkeit der Schwankungen der Kopplungswerte innerhalb des Kopplungsabschnittes von der Länge desselben legt die Wahl solcher Drallängen nahe, welche kleine Kopplungsabschnitte ergeben.

Bei Sternvierern entstehen Nebensprechstörungen durch eine Ungleichmäßigkeit der Teilkapazitäten. Eine solche tritt ein, wenn entweder die Symmetrie der Leiteranordnung gestört wird oder wenn eine Verschiedenheit der Dielektriken zwischen den Leitern vorhanden ist. Um den Einfluß der Färbung auf die Gleichmäßigkeit der Teilkapazitäten zu untersuchen, wurde die Wirkung jeder Farbe für sich gemessen. Dabei war das zur Bespinnung der zu kennzeichnenden Ader verwendete Papier nach der neuerdings gebräuchlichen Art nur mit einem schmalen Längsstreifen bedruckt. Die Messung ergab, daß die einzelnen Farben eine annähernd gleich große Kopplung verursachen, so daß bei einem Vierer, bei welchem alle Adern gefärbt sind, eine weitgehende Kompensation zu erwarten ist. Die k_1-Kopplung blieb von der Färbung unbeeinflußt. Um den Einfluß der Aderstärken (Durchmesser der mit Kordel und Papier umsponnenen Ader) zu untersuchen, wurden Versuchsternvierer gemessen, bei denen eine oder mehrere Adern einen größeren Durchmesser erhielten als die übrigen. Ebenso wurde der Einfluß einer ungleichmäßigen Aderbremsung an Versuchsternvierern untersucht, bei denen eine oder mehrere Adern bei der Verseilung eine stärkere Bremsung erhalten hatten als die übrigen. Aus den Versuchsergebnissen, welche eine deutliche Übereinstimmung mit den zu erwartenden Kopplungsverhältnissen zeigen, geht hervor, daß in beiden Fällen nur eine wesentliche Beeinflussung der sog. Mitsprechkopplungen k_2 oder k_3 erfolgt, während die Übersprechkopplung k_1 unbeeinflußt bleibt. Dabei ist zu erwähnen, daß bei diesen künstlich erzeugten Fabrikationsungenauigkeiten das bei einer normalen Erzeugung mögliche Maß weit überschritten wurde. (H. Feiner, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 9 (1932), S. 412.) *Sb.*

Die Einführung neuer Geräte und Betriebsverfahren in den englischen Telegraphenbetrieb. Ausgehend von den Empfehlungen für die Umstellung des Telegraphenbetriebs, die von einer Kommission aufgestellt wurden, die 1928 die V. S. Amerika bereiste, hat man in England durch Bereitstellung der neuesten Betriebsmittel zunächst das TA. Leeds vollständig neu eingerichtet. Dabei wurden die Vielfachapparate durch Springschreiber ersetzt, von denen jetzt 2200 im englischen Inlandsbetrieb sind. Die zum Betrieb der Leitungen erforderlichen Schaltglieder und Überwachungseinrichtungen wurden von den Apparattischen entfernt, gestellmäßig zusammengefaßt und in eine besondere Abteilung gebracht. Das Leitungsnetz besteht heute zu 65 % aus Kabelleitungen. Auch die Vierer- und Achterkreise der Fernsprechkabel werden mitbenutzt. Die Unterlagerungstelegraphie (UT) scheint sich in England noch nicht eingeführt zu haben. In dem dort vorhandenen besonderen Telegraphenleitungsnetz werden auch Vierer-Telegraphenleitungen eingerichtet auf Stämmen, die mit Telegraphie beschaltet sind. Dies bedingt die Benutzung getrennter Batterien für jede Leitungschleife, so daß Leeds z. B. 29 getrennte Linienbatterien mit je 55 Zellen zu überwachen hat. Die Pflege des Apparatparkes ist gut organisiert. Jeder Apparat hat seine Karte, aus welcher alle vorgekommenen Störungen ersichtlich sind. Die Störzeit je Apparat beträgt nur noch 8 min je Woche.

Für das Fernschreiben der Teilnehmer selbst werden in England verschiedene Leitungsarten vermietet, u. zw. solche, die nur für den absatzweisen Springschreiberbetrieb geeignet sind, solche, die für das Gegenschreiben mit Telegraphenapparaten bis zu einer Telegraphiergrundfrequenz von 40 Hz, und solche, die für höhere Geschwindigkeit bis zu 80 Hz geeignet sind, wie sie von englischen Zeitungsbetrieben häufig verlangt werden. Außerdem wird dem Teilnehmer die Möglichkeit geboten, durch Mietung eines Tonfrequenz-Zusatzgerätes im sog. Telexdienst mit allen ebenso ausgerüsteten Teilnehmern im gesamten Fernsprechnetz zu schreiben. (Smith, J. Instn. electr. Engr. Bd. 72, S. 189.) *st.*

Ausbau des deutschen Rundfunksendernetzes. — Nach dem Luzerner Wellenplan, der in der Nacht vom 14. auf den 15. Januar 1934 (mitternachts) in Kraft treten soll, erhalten die deutschen Großrundfunksender folgende Wellen: Deutschlandsender 191 kHz (1571 m), Mühlacker 574 kHz (522,6 m), Langenberg 658 kHz (455,9 m), München 740 kHz (405,4 m), Leipzig 785 kHz (382,2 m), Berlin 841 kHz (356,7 m), Hamburg 904 kHz (331,9 m), Breslau 950 kHz (315,8 m), Heilsberg 1031 kHz (291 m)[1]. In Verbindung hiermit werden die Sender Mühlacker, Langenberg, München, Berlin und Hamburg auf die zulässige Höchstleistung von 100 kW (Trägerwellenleistung) gebracht. Dadurch werden die Ausbreitungsverhältnisse im Versorgungsbereich des Senders Mühlacker, die schon durch die Wellenverbesserung an sich günstiger werden, noch weiter verbessert, während bei den übrigen Sendern die Leistungserhöhung die Wellenverkürzung ausgleicht. Weiter erhalten diese Sender und der Sender Heilsberg neuartige Antennen, die die schwundfreie Zone vergrößern. Für Heilsberg und Breslau kommt u. U. die Verstärkung der Sender im Rechnungsjahr 1934 in Frage, wenn die Verhältnisse das erfordern. Weiterhin ist der Bau eines neuen Deutschlandsenders mit der zulässigen Höchstleistung von 150 kW (Trägerwellenleistung) und möglichst wirksamer Antenne vorgesehen. Der neue Deutschlandsender wird wegen der umfangreichen Vorarbeiten und Versuche erst im nächsten Rechnungsjahr fertiggestellt werden können.

Die Umstellung der Sender Mühlacker, München und Berlin wird vorbereitet. Die Sender werden ihren Betrieb im Dezember 1933 vorübergehend auf folgenden Wellen aufnehmen: Mühlacker auf Welle 563 kHz (532,9 m), München auf Welle 716 kHz (419 m), Berlin auf Welle 832 kHz (360,6 m). Ab 15. Januar 1934 werden die Sender mit den neuen Wellen arbeiten. Wegen des schwierigen Umbaus von Mühlacker wird dieser Sender im Herbst für einige Zeit außer Betrieb gesetzt werden. Während dieser Zeit wird der alte Stuttgarter Sender den Betrieb übernehmen. Näheres wird s. Z. noch bekannt gegeben. Der Hamburger Großsender kann aus technischen Gründen erst am 15. Januar 1934 auf seiner neuen Welle (904 kHz — 331,9 m —) in Betrieb genommen werden. Die übrigen Sender lassen sich ohne Schwierigkeiten zum 15. I. 1934 auf die neuen Wellen umstellen. Dazu wird noch folgendes bemerkt: Soweit die Sender erneuert werden, erhalten sie neuartige, die schwundfreie Zone vergrößernde Antennen.

Im Norag-Gleichwellennetz — [jetzige Welle 1319 kHz (227,4 m) — neue Welle 1330 kHz (225,6 m)] werden an Flensburg im Juli der neue verstärkte Sender Hannover und im August der gleichfalls verstärkte Sender Bremen sowie der Sender Magdeburg angeschlossen. Der Anschluß von Stettin ist aus technischen Gründen erst zum 15. Januar 1934 möglich. Ob nach Inbetriebnahme des 100 kW-Senders in Hamburg der Sender Kiel beibehalten und an das Norag-Gleichwellennetz angeschlossen werden muß, wird noch geprüft. Im Frankfurter Gleichwellennetz [jetzige Welle 1157 kHz (259,3 m) — neue Welle 1195 kHz (251,9 m)], in dem z. Z. der Sender Frankfurt (Main) und der Sender Trier zusammenarbeiten, werden der Sender Kassel demnächst und der Sender Freiburg (Br.) im Oktober angeschlossen. Ferner sind Vorermittlungen im Gange, ob daneben noch ein neuer Zwischensender in Koblenz anzuschließen sein wird. Der Sender Frankfurt (Main) erhält ebenfalls eine neuartige, die schwundfreie Zone vergrößernde Antenne. Bei Inbetriebnahme des Großsenders Berlin wird der Nebensender in Berlin O den Betrieb einstellen. Für Königsberg (Pr.) [jetzige Welle 1382 kHz (217 m) — neue Welle 1348 kHz (222,6 m)] bleibt zunächst der bisherige Sender bestehen. Seine Erneuerung ist jedoch in Aussicht genommen. *of*

Sprache und Musik auf Fernsprechleitungen. — Die technischen Einrichtungen für die Verteilung von Sprache und Musik über Drahtleitungen sind, wie Höpfner in der Berl. Börs.-Ztg. vom 23. VIII. d. J. berichtet, von der Deutschen Reichspost so weit entwickelt worden, daß die Deutsche Reichspost jetzt entschlossen ist, diese Art der Verteilung für die Öffentlichkeit in größtem Umfange nutzbar zu machen. Damit werden frühere Bestrebungen, die u. a. in Bayern von Dr. Steidle eingerichtete, aber aus wirtschaftlichen Gründen nach einiger Zeit wieder

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 660.

Digitized by Google

aufgehobene Opernübertragung und der versuchsmäßige Anschluß des bayerischen Fernsprechnetzes an die Rundfunksendestelle in München, ihrer Verwirklichung zugeführt. Angegliedert an die Rundfunksendestelle würde nun die Verteilung über Drahtleitungen bei der Einfachheit und Billigkeit der Empfangsapparate sich als ein neues wirksames Mittel auch für die Verbreitung des Rundfunks erweisen. Sie würde überall da dem Rundfunk wertvolle Hilfe leisten, wo der Rundfunkempfang unter den störenden Einflüssen anderer elektrischer Anlagen leidet, wo über atmosphärische Störungen und mangelhaften Rundfunkempfang (Schwunderscheinungen, Verwirrungszonen bei Gleichwellenbetrieb u. a. m.) geklagt wird. Die Drahtverteilung würde also auch hier ebenso als stiller Helfer wirken, wie es die Drahtleitungen zwischen den Sendebezirken jetzt schon tun.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Zur graphischen Ermittlung der Scheinleistungsdauer-Linie. — In Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50, S. 409 (1932), ist von H. Kunze ein graphisches Verfahren zur Ermittlung der Scheinleistungsdauer-Linie aus der Wirkleistungsdauer-Linie auf Grund der bekannten Gleichung von Rung über den Leistungsfaktor in Drehstromnetzen angegeben worden. Es beruht auf der Darstellung der Beziehung

$$L_{bl_t}^2 = S_w L_{w_t} \operatorname{tg}^2 \varphi_S$$

mit L_{bl_t} = Augenblicks-Blindleistung, L_{w_t} = Augenblicks-Wirkleistung, S_w = Spitze der Wirkleistung und φ_S = Phasenwinkel zur Zeit dieser Spitze. Diese Parabel wird aufgezeichnet und aus ihr läßt sich dann die Augenblicks-Scheinleistung

$$L_{s_t} = \sqrt{L_{bl_t}^2 + L_{w_t}^2}$$

abgreifen. Für die jeweilige Konstruktion der Parabel ist eine zweckmäßige Netztafel mit quadratischer Einteilung entwickelt.

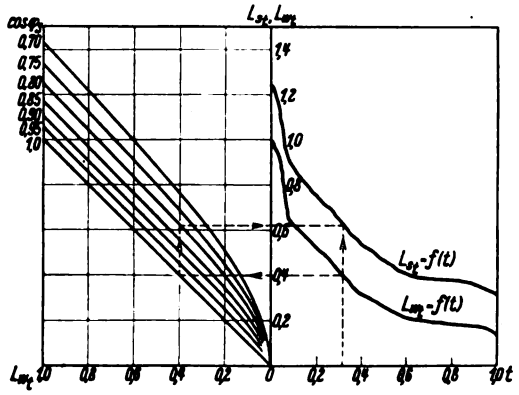


Abb. 3. Konstruktion der Scheinleistungsdauer-Linie.

Wir möchten im folgenden auf ein anderes einfaches Verfahren zur Lösung des gleichen Problems aufmerksam machen[1], das in mehrjährigem Gebrauch seine Nützlichkeit erwiesen hat. Durch Umformung der Rungschen Gleichung erhält man für den Augenblicks-Leistungsfaktor $\cos \varphi_t$:

$$\frac{1}{\cos \varphi_t} = \sqrt{1 + \frac{\operatorname{tg}^2 \varphi_S S_w}{L_{w_t}}}$$

bzw.

$$L_{s_t} = \frac{L_{w_t}}{\cos \varphi_t} = L_{w_t} \sqrt{1 + \frac{\operatorname{tg}^2 \varphi_t S_w}{L_{w_t}}}.$$

Diese Beziehung ist im linken Teil der Abb. 3 für verschiedene $\cos \varphi_S$ aufgetragen, wobei zugleich noch $S_w = 1$ gesetzt ist und L_{w_t} und L_{s_t} in Bruchteilen dieser Größe (also als „augenblickliche Schwankungsverhältnisse") ausgedrückt sind. Der Gang der Konstruktion ist für den einen Punkt der rechts gezeichneten Wirkleistungsdauer-Linie eingetragen für $\cos \varphi_S = 0{,}8$ durch Fortsetzung für andere Punkte ergibt sich die Scheinleistungsdauerlinie $L_{s_t} = f(t)$.

Als besondere Vorteile dieses Verfahrens sind zu erwähnen: Es ist keine Übertragung einer Größe mittels Zirkels notwendig, wodurch, besonders auf Milimeterpapier, die Arbeit sehr beschleunigt wird. Es ist nicht für jeden Fall eine besondere Konstruktion — wie die der Parabel — nötig, wodurch insbesondere auch die etwas unsichere Ablesung auf der quadratischen Skala fortfällt. Dagegen muß nur die Wirkleistungsdauer-Linie auf den entsprechenden Maßstab umgezeichnet werden, was man aber auch von vornherein bei Aufzeichnung derselben berücksichtigen kann. Hat man einmal das linke Diagramm $L_{s_t} = f(L_{w_t})$ gezeichnet, so kann mit ihm eine große Anzahl von Dauerlinien in einheitlichem Maßstab ausgewertet werden, indem man sie einfach in der gezeigten Art heranschiebt. Auch die Ablesung von Zwischenwerten von $\cos \varphi_S$ ist leicht und sicher vorzunehmen, weil die Abstände verhältnismäßig gering sind. Besonders für die Auswertung zahlreicher Kurven muß demnach dieses Verfahren gegenüber dem zuerst genannten Vorteile bringen.

M. Wolf, Berlin, u. G. Schnaus, Darmstadt.

Kathodenmaterial und Entladeverzug. — In einer früheren Arbeit[1] wurde nachgewiesen, daß beim elektrischen Durchschlag in Luft die einzelne Elektronenlawine den Durchschlag einleitet. Diese Tatsache legt die Folgerung nahe, daß die Dauer des Entladeverzugs bei verschiedenen Stoffen unter gleichen äußeren Bedingungen allein durch die Elektronenaustrittsarbeit der auf negativem Potential befindlichen Elektrode bestimmt ist und damit völlig unabhängig vom Material der auf positivem Potential befindlichen Elektrode wird. Zur experimentellen Nachprüfung dieser Folgerung werden die Verteilungskurven des Entladeverzugs bei 130 % der statischen Durchbruchspannung an Elektroden aus Elektronmetall (Magnesium-Aluminium-Legierung) und Kupferoxyd-Elektroden mit dem „Zeittransformator"[2] bestimmt. Als Entladungstrecke wurde eine Kugelfunkenstrecke von 5 cm Kugel-Dmr. bei einem Kugelabstand von 0,11 cm verwendet, entsprechend einer statischen Durchbruchspannung von 5 kV. Die Versuche ergaben, daß die mittlere statistische Streuzeit des Entladeverzugs von Kupferoxyd-Elektroden etwa um 3 Größenordnungen höher liegt als von Elektron-Elektroden, und daß lediglich — in Übereinstimmung mit der oben gezogenen Folgerung — das Kathodenmaterial auf den Entladeverzug von Einfluß ist. (R. Strigel, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 11, S. 803.)

Hochspannungstechnik.

Vorrichtung zur Überwachung elektrischer Anlagen auf Sprungwellen. — Bei übermäßiger elektrischer Beanspruchung von Isolierstoffen können Sprungwellen durch Teildurchbrüche ausgelöst werden, ohne daß ein Durchschlag zunächst bemerkt wird. H. Glaßer schlägt eine Vorrichtung vor, die diese durch den Spannungszusammenbruch hervorgerufenen Wellen erkennen läßt: In die Leitung werden mehrere Meßschleifen eingeschaltet, deren Länge gestaffelt ist. Aus dem Ansprechen parallel geschalteter Funkenstrecken läßt sich die Steilheit der Wanderwellen ermitteln, und es sollen sich Rückschlüsse auf die Art der Durch- oder Überschläge feststellen lassen. Bei Einbau von nur einer Meßschleife bestimmter Mindestlänge mit parallel geschalteter Funkenstrecke mit einer bestimmten Einstellung kann bei einer Prüfung aus dem Nichtansprechen der Funkenstrecke geschlossen werden, daß Teildurchbrüche nicht stattfanden, und daß der Isolator bzw. der Isolierstoff die Prüfung ausgehalten hat. (D.R.P. 554 081.) *M. H.*

Stufenloser und stufenförmiger Durchschlag in Luft. — Neue kathodenoszillographische Aufnahmen von Funkendurchbrüchen in Luft von Atmosphärendruck führen unter Anwendung eines stark induktiven Stoßkreises zu dem interessanten Ergebnis, daß hinsichtlich eines stufenlosen oder stufenförmigen Durchbruchs die Elektrodenanordnung von Einfluß ist. Während bei Kugel—Kugel die stufenlosen Oszillogramme von Krug[3] erneut bestätigt werden, erscheint bei Kugel—Platte mitunter nicht nur eine Stufe, sondern es werden sogar zwei Stufen gefunden, die große Ähnlichkeit mit den Rogowski-Stufen[4] bei verdünnten Gasen haben. Damit ist ein Unterschied zwischen den beiden bisher als gleichwertig angesehenen Anordnungen: Kugel—Kugel und Ebene—Ebene entstan-

[1] M. Wolf, Die Grundlagen der Mathematik der Belastungskurven und der Netzverluste, Dissertation T. H. Darmstadt 1930.

[1] R. Strigel, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. Bd. 11 (1932), S. 54.
[2] M. Steenbeck u. R. Strigel, Arch. Elektrotechn. Bd. 26 (1932), S. 831.
[3] W. Krug, ETZ 1930, S. 1784.
[4] Rogowski, Z. techn. Physik Bd. 13 (1932), S. 97.

Digitized by Google

den und eine Brücke zwischen den gegensätzlichen Erfahrungen geschlagen.

Bei Anordnungen, die eine Spitze enthalten, treten mehrere ausgeprägte Durchbruchsgebiete auf[1]:

1. das Störungsgebiet in der Stirn nahe bei $U_{=}$,
2. der Vordurchbruch oder das Stufengebiet bei $U_v \geqq U_{=}$, das Gebiet der Vorentladungen,
3. der Hauptdurchruch bei $U_d \gtreqless U_{=}$, Funkenspannung, stufenlos,
4. das Lichtbogengebiet mit Restspannung.

Es treten somit auch mehrere für die verschiedenen Durchbruchsgebiete charakteristische Stoßverhältnisse auf, die zu einer Ergänzung der bisherigen Anschauungen führen. (W. Krug, Z. techn. Physik Bd. 13, S. 377.) *zfg.*

Der Stufendurchschlag. — Bei den ersten oszillographischen Aufnahmen des elektrischen Durchschlags in Luft fanden Rogowski, Flegler und Tamm, daß die Spannung mitunter in einer Stufe zusammenbricht. Diese Erscheinung wurde auch bei späteren Funkenuntersuchungen von Tamm und Rogowski bisweilen beobachtet. In neuerer Zeit ist diese Spannungstufe im Spannungszusammenbruch von Krug[2] angezweifelt und als eine Schwingung des Meßkreises des Kathodenoszillographen gedeutet worden. S. vorstehendes Referat. Es läßt sich zeigen, daß Krug im Irrtum ist.

Es wird der statische Durchschlag in Luft bei verschiedenen Drucken (150 ··· 750 mm Hg) untersucht. Zum Vergleich wird der statische Durchschlag in Wasserstoff herangezogen. Die Schaltanordnung ist so gewählt, daß schwingungsfähige Gebilde möglichst vermieden sind, so daß eine Vortäuschung der Spannungstufe durch eine Schwingungszacke des Meßkreises nicht in Frage kommt. Die aufgenommenen Oszillogramme zeigen deutlich, daß die Spannungstufe physikalisch reell und unter den gegebenen Versuchsbedingungen regelmäßig reproduzierbar ist. In Luft von Atmosphärendruck beobachtet man zum mindesten den Ansatz zu einer Stufe. Bei 500 mm Hg ist schon eine deutliche Stufe von $1{,}2 \cdot 10^{-7}$ s festzustellen, bei 150 mm Hg dauert die Stufe bereits 10^{-6} s. Bei Wasserstoff tritt bei Atmosphärendruck schon eine ausgeprägte Spannungstufe von $5 \cdot 10^{-7}$ s in Erscheinung, während diese bei 250 mm Hg die beachtliche Länge von $1{,}35 \cdot 10^{-6}$ s hat.

Die Stufendauer zeigt starke Abhängigkeit vom Druck; dabei erhält man für denselben Druck oft verschiedene Stufenlängen. Die Stufenspannung ist nahezu konstant. Ihre Höhe ist wie die statische Durchschlagspannung eine Funktion von $p \cdot \delta$. (K. Buss, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 4, S. 266.)

Verschiedenes.

Normentagung in Erfurt. — In der 26. Sitzung des Auschusses „Einführung der Normen in die Praxis" am 24. VI. in Erfurt wies Generaldirektor Lange in seiner Begrüßungsansprache darauf hin, daß der VDI von jeher die Technik nicht als Selbstzweck, sondern nur als Hilfsmittel für den Staatsaufbau angesehen habe, und daß technisches Schaffen, immer nur Dienst am Volke sein dürfte. Besonders wichtig sei es ferner, immer wieder der Ansicht entgegenzutreten, daß die Normung wie eine falsch angewandte Rationalisierung Volksgenossen aus dem Arbeitsprozeß ausschalte; die Normung werde nach wie vor nur der Erleichterung der Produktion und der Stärkung des Wettbewerbes dienen und damit für jeden von Nutzen sein.

Die ersten beiden Fachvorträge behandelten die „Passungen", u. zw. sprach Dr.-Ing. Kienzle, Berlin, über die „ISA-Passungen und ihre Bedeutung für die deutsche Industrie" und Dir. Dr. Schmidt, Ruhla, über „Erfahrungen bei der Anwendung des DIN-Passungsystems in der feinmechanischen Massenfertigung". Ing. A. Pegenau, Sömmerda, kam in seinem Referat „Erfahrungen mit den Werkstoffnormen in der Praxis" zu einer Kritik verschiedener Werkstoff-Normblätter. Einen interessanten Film führte Dr. Schlobach, Essen, in Verbindung mit seinem Vortrag „Gütesicherung durch einheitliche Warenprüfung" vor. Das Schwergewicht der Normungsarbeiten wird sich in Zukunft zweifellos immer mehr auf das Gebiet der Gütenormung verlagern. In dem Maße, wie wir die Qualität unserer Waren steigern, wird sich auch der Absatz deutscher Erzeugnisse auf dem Weltmarkt heben, und deshalb fällt der Normung hier eine nationale Aufgabe von größter Bedeutung zu. Zum Schluß berichtete Ing. Wieland, Bochum, über „Normungserfolge in einer Maschinenfabrik". *of*

[1] U_d Funkenspannung, U_v Vor-Durchbruchspannung, $U_{=}$ Gleichstrom-Durchbruchspannung.

[2] W. Krug, Z. techn. Physik Bd. 11 (1930), S. 153.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Leipziger Herbstmesse 1933. — Die bevorstehende Leipziger Herbstmesse 1933 ist die erste Messe im Deutschland nach der nationalsozialistischen Revolution. Sie steht als solche nicht nur im Mittelpunkt des Augenmerks aller Fachkreise, sondern gilt darüber hinaus dem gesamten In- und Ausland als erste große Demonstration der neuen deutschen nationalen Wirtschaft. Die Herbstmesse, die von jeher stärker im Zeichen des Binnenhandels steht als die Frühjahrsmesse, wird der nationalsozialistischen Wirtschaftsauffassung getreu die mittleren und kleinen Industriebetriebe, das Handwerk und den gewerblichen Mittelstand besonders berücksichtigen. Den Interessen des gewerblichen Mittelstandes wird vor allem die erste Braune Großmesse auf dem Ausstellungsgelände dienen, die von den Ausstellern den Nachweis verlangt, daß die ausgestellten Waren deutscher Herkunft (zum mindesten 80 % aus deutschen Rohstoffen bestehend, wovon Ausnahmen nur zulässig sind, wenn die Rohstoffe bei uns nicht vorhanden sind), und das Kapital der Firmen überwiegend in deutschen Händen sein müssen. Die Braune Messe ist eine Sonderschau rein deutscher Waren ähnlich den bereits vorhandenen geschlossenen Sammelausstellungen anderer Länder und wird veranstaltet vom Reichsausschuß für Ausstellungs- und Messewesen in Verbindung mit dem Kampfbund für den gewerblichen Mittelstand, den Reichsständen des Handels und des Handwerks und dem Leipziger Meßamt. Eine andere große Veranstaltung ist die ebenfalls auf dem Ausstellungsgelände stattfindende Messe für Bau-, Haus- und Industriebedarf. Die hier vertretenen Gebiete des Bauwesens, z. B. Straßenbau, beanspruchen besondere Beachtung im Zusammenhang mit den Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen der Reichsregierung. Die Staatssekretäre Krohn und Dr.-Ing. Todt werden über wichtige Fragen auf diesem Gebiet, Staatssekretär Feder über die Technik und den Techniker im neuen Deutschland sprechen. Eine Ausstellung des deutschen Handwerks wird das Verständnis für handwerkliche Qualitätsarbeit und für den dem Handwerk innewohnenden fortschrittlichen Geist vermitteln. Die letztere Ausstellung sowie eine Sonderausstellung des Handels werden von den Veranstaltern der Braunen Messe durchgeführt. Je ein Generalappell und eine Amtswaltertagung des Handwerks und des Handels wird in Halle 7 stattfinden.

Im Hinblick auf Gerüchte, daß bestimmte Staaten und Völkergruppen, auch z. B. nichtarische Kaufleute, von der Beschickung und dem Besuch der Leipziger Messe ausgeschlossen werden sollen, ist darauf hinzuweisen, daß die Internationalität der Leipziger Messe nach wie vor bestehen bleibt; auch den in Deutschland ansässigen jüdischen Kaufleuten wird bei der Ausübung ihrer Geschäftstätigkeit als Aussteller oder Einkäufer kein Hindernis in den Weg gelegt. *of*

Energiewirtschaft.

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]. — Nach den Angaben des Statistischen Reichsamts ist der Verbrauch im April 1933 gegen den Vormonat um 11 Mill kWh (3 %) gesunken, arbeitstäglich jedoch um 2,2 Mill kWh (14 %) gestiegen. Das Amt weist zur Erklärung wieder auf die große Zahl von Sonn- und Feiertagen im Berichtsmonat hin. Im Vergleich zum Parallelmonat von 1932 ergibt sich eine Erhöhung um 8,2 Mill kWh (2 %) bzw. um 2,3 Mill kWh (15 %) je

Monat	Von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer					
	insgesamt		arbeitstäglich		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch insgesamt Mill kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1933	1932	1933	1932	1933	1932	1933	1932	1933	1932
I.	1264,9	1137,8	48,6	45,5	421,1	389,5	16,2	15,6	3,39	3,29
II.	1086,2	1079,6	45,3	43,2	385,7	387,4	16,1	15,5	3,36	3,26
III.	1145,1	1058,5	42,4	42,3	408,0	385,6	15,1	15,4	3,16	3,25
IV.	1043,5	1012,7	45,4	38,9	397,0	388,8	17,3	15,0	3,63	3,14
V.	1097,6	976,8	42,2	40,7	.	381,4	.	15,9	.	3,33

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 827; 1933, S. 756.

Digitized by Google

Arbeitstag. Im Mai haben die erfaßten Werke 4,1 Mill kWh mehr erzeugt als während des April, d. s. aber arbeitstäglich 3,2 Mill kWh (7 %) weniger; gegen den Mai 1932 war die Produktion um 120,8 Mill kWh (12 %) und je Arbeitstag um 1,5 Mill kWh (4 %) größer.

fm.

Internationale Elektrizitätserzeugung 1932[1]. — Wie in den Vorjahren gibt der Geschäftsbericht der Sofina für 1932 wiederum eine Übersicht über die Elektrizitätserzeugung der wichtigsten Länder. Die Ziffern für 1932 sind zwar in der Hauptsache Schätzungen, geben jedoch die Entwicklungstendenz in den einzelnen Ländern anschaulich wieder. Aus den Zahlen ergibt sich, daß der weiteren Produktionsverminderung in den meisten Ländern eine gesteigerte Elektrizitätserzeugung in einigen anderen Ländern gegenübersteht, und zwar hauptsächlich in solchen, deren Elektrizitätserzeugung schon in den vorhergehenden Krisenjahren eine weitere Steigerung verzeichnet hatten. Nach den beiden folgenden Zahlentafeln hat sich 1932 die Erhöhung der Stromerzeugung in Argentinien, Großbritannien und Holland fortgesetzt; aber auch Spanien, Portugal und die Türkei verzeichnen nach Mitteilung dieses Berichtes eine weitere Steigerung. Die italienische Erzeugung, die 1931 leicht rückgängig war, ist 1932 wieder etwas gestiegen.

Stromerzeugung wichtiger Länder in Mrd kWh.

Land	1928	1929	1930	1931	1932
Deutschland	27,87	30,66	28,92	25,79	23,34
Belgien	3,62	4,03	4,10	4,27	3,85
Frankreich	12,98	14,32	15,34	14,27	13,54
Großbritannien	13,83	14,94	16,47	16,81	17,38
Italien	9,77	10,56	10,84	10,63	10,73
Holland	1,40	1,61	1,82	1,98	2,05
Polen	2,59	3,02	2,87	2,35	2,07
Schweiz	5,30	5,40	5,46	5,05	4,79
V. S. Amerika	104,93	114,42	111,18	105,93	93,40
Kanada	16,34	17,96	18,09	16,69	16,02
Argentinien	1,13	1,29	1,42	1,47	1,57

Die meisten dieser Ziffern beziehen sich nicht nur auf die öffentlichen, sondern auch auf die betriebseigenen Anlagen.

Zum erstenmal wird ferner im Geschäftsbericht der Sofina der Versuch gemacht, die unterschiedliche Entwicklung der Elektrizitätserzeugung in den einzelnen Ländern durch eine Indexzusammenstellung anschaulich zu machen, eine Methode, die von deutscher Seite schon seit längerer Zeit durchgeführt worden ist. Die von der Sofina errechneten Indexziffern setzen jeweils die Elektrizitätserzeugung des Jahres 1928 = 100. Die Zahlen zeigen, daß sich die Kriseneinflüsse in den einzelnen Ländern zu sehr verschiedenen Zeitpunkten bemerkbar gemacht haben, in Deutschland, den Vereinigten Staaten und Polen bereits im Jahre 1930, in Kanada, Frankreich und Italien im Jahre 1931, in Belgien dagegen erst 1932.

Index der Elektrizitätserzeugung (1928 = 100).

Land	1929	1930	1931	1932
Deutschland	110,0	103,0	92,5	83,7
Belgien	111,3	113,2	117,8	106,2
Frankreich	110,4	118,2	107,6	104,3
Großbritannien	108,0	119,0	121,5	125,6
Italien	108,0	110,9	108,7	109,8
Polen	116,6	110,5	90,7	79,6
V. S. Amerika	109,0	106,2	100,8	89,0
Kanada	109,9	110,7	102,1	98,0

A. Fr.

[1] ETZ 1932, S. 949.

AUS LETZTER ZEIT.

Hochschulreform in Baden. — Der badische Kultusminister Dr. Wacker erläßt soeben eine Verordnung, die einen völligen Umbau der Hochschulverfassung in Baden bringt und für die Hochschulreform des Reiches bahnbrechend sein wird. Im Gleichschritt der Entwicklung wird in ihr das Führerprinzip verwirklicht. Dem Rektor stehen demnach alle Befugnisse des seitherigen (engeren und großen) Senats zu. Er wird vom Kultusminister aus der Zahl der ordentlichen Professoren ernannt und von ihm vereidigt. Der Rektor hat das Recht, für eine von ihm zu bestimmende Zeit aus dem Lehrkörper der Hochschule einen Kanzler zu ernennen, der ihn vertritt. Das Amt des nach diesem Erlaß erstmalig zu ernennenden Rektors beginnt am 1. Oktober 1933. Das Ende seiner Amtszeit wird vom Ministerium bestimmt. Die Amtsdauer der Dekane und Senatoren bestimmt der Rektor. Er ist befugt, diese jederzeit abzuberufen. Gegen eine die Abberufung aussprechende Entscheidung steht die Beschwerde an das Ministerium zu.

Obbus. — Die Berliner Verkehrs-Aktiengesellschaft hat in diesen Tagen einen Auftrag vergeben auf den Bau einer elektrischen Oberleitungs-Omnibus-Linie von Staaken nach Spandau. Die BVG trachtet danach, so bald wie möglich praktische Erfahrungen mit dieser Betriebsart zu sammeln und hat deshalb einen Vorschlag der AEG angenommen, den Beweis für die wirtschaftliche und technische Brauchbarkeit der von ihr entwickelten Konstruktionen von Obbussen zu erbringen. Die Linie wurde bisher mit Benzin-Omnibussen betrieben, doch sollen die neuen Wagen mehr nach Art der Straßenbahnwagen gebaut werden.

Neuer irländischer Auftrag für SSW. — Die Siemens-Schuckertwerke, die 1927 vom irischen Freistaat den Auftrag auf Errichtung eines großen Wasserkraftwerks am Shannon erhalten und in den nächsten Jahren ausgeführt hatten, bekamen einen Erweiterungsauftrag für dieses Werk zur Aufstellung eines vierten Maschinensatzes von 25 000 kW Leistung, während die ersten drei Sätze eine installierte Leistung von je 30 000 kW besaßen. Der Bedarf an elektrischer Energie ist im Steigen, gefördert durch das gleichfalls von SSW erstellte Leitungsnetz, das sich über den irischen Freistaat erstreckt.

Weitere Zunahme der Elektrizitätserzeugung Englands auch im Jahre 1933. — Wie das Statistische Amt Englands mitteilt, sind in Großbritannien im Monat Juni d. J. von den bevollmächtigten Elektrizitätswerken insgesamt 885 Mill kWh Strom erzeugt worden, das bedeutet eine Zunahme von 7,5 % gegenüber dem Monat Juni des Vorjahres. Das Ergebnis der ersten 6 Monate des Jahres zeigt eine Steigerung der Elektrizitätserzeugung um 6,4 % im Vergleich mit derselben Zeit des Jahres 1932.

Bau der Nepean-Talsperre in Neu-Süd-Wales, Australien. — Die etwa 2 Jahre unterbrochen gewesenen Bauarbeiten an der Nepean-Talsperre, Neu-Süd-Wales, sind vor kurzem im Zusammenhang mit dem Arbeitsbeschaffungs-Programm wieder aufgenommen, so daß die Talsperre nunmehr Anfang des kommenden Jahres in Betrieb genommen werden kann. Es sind insgesamt etwa 3000 Arbeiter im Zusammenhang mit diesen Bauarbeiten beschäftigt. Die Höhe der Talsperre beträgt 75 m, Inhalt des Speicherbeckens 81 500 000 m³, seine Oberfläche 4,05 km², Größe des Einzugsgebietes 318 km². Die Nepean-Talsperre dient hauptsächlich der Wasserversorgung, sie bildet einen Teil der vorgesehenen umfangreichen Wasserversorgungsanlage der Stadt Sydney, zu der noch die Talsperren Cordeax, Cataract und Avon gehören.

VEREINSNACHRICHTEN.

AEF

Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen.

Geschäftsstelle: Elektrotechnischer Verein, Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33II. Fernsprecher: Amt Wilhelm, C 4, 8885/86.

(Schluß von S. 834.)

Noch nicht endgültig

Entwurf 53. Normalzustand[1].

Der Normalzustand eines festen Körpers, einer Flüssigkeit oder eines Gases wird gekennzeichnet durch die Angabe einer Normaltemperatur und eines Normaldrucks, und zwar durch

0 ° C und 760 Tor (760 mm QS) (1)

oder

20 ° C und 1 kg/cm² (735,56 mm QS). (2)

Der erste Normalzustand kann auch kurz als der „physikalische", der zweite als der „technische" bezeichnet werden.

Unberührt von diesen Festlegungen bleiben „Betriebszustände", wie sie in einzelnen Industriezweigen mit Rücksicht auf besondere Verhältnisse aus Gründen der Zweckmäßigkeit eingeführt sind.

[1] Bearbeitet von G. Sinner, K. Bunte, S. Erk, H. Gröber, H. Kemmer, K. Scheel, A. Schleede.

Digitized by Google

Erläuterungen.

Der AEF hat in seinem Satz 7 als Normaltemperatur eine Temperatur von 20 ° C festgesetzt. Da ein „Zustand" erst durch Temperatur und Druck bestimmt ist, ergibt sich die Notwendigkeit, auch einen Normaldruck festzulegen. Beide Bezugsgrößen zusammen kennzeichnen einen Normalzustand.

Physikalischer Normalzustand. Die Angaben 0 ° C und 760 Tor werden bei physikalischen und stöchiometrischen Messungen fast ausschließlich verwendet. Zahlreiche Tafeln in Sammelwerken beziehen sich auf diesen Normalzustand. Er muß daher beibehalten werden.

Ein Nachteil des physikalischen Normalzustands für technische Messungen besteht darin, daß sich eine Temperatur von 0 ° C im Betrieb schwer herstellen läßt und daß der physikalische Normaldruck im technischen Maßsystem den unrunden Wert 10 332,3 kg/m² hat.

Technischer Normalzustand. Bei technischen Messungen wird weit überwiegend die Druckeinheit kg/cm² verwendet. Es dürfte daher nicht schwer sein, einen Druck von 1 kg/cm² als technischen Normaldruck festzulegen.

Bei der Wahl der technischen Normaltemperatur ist der AEF durch seinen Satz 7 gebunden (Normblatt DIN 524). In diesem Satz werden zwar Abweichungen von der Normaltemperatur 20 ° C zugelassen, aber nur für besondere Ausnahmefälle. Auch für die gesetzlichen Grundlängenmaße ist durch DIN 890 die Temperatur 20 ° C als Bezugstemperatur festgelegt. Ferner ist diese Temperatur in der Elektrotechnik international als Bezugstemperatur anerkannt. Endlich nehmen auch die Leistungsnormen des VDI, sofern sie nicht auf den physikalischen Normalzustand bezogen sind, 20 ° C als Ausgangspunkt für die Temperatur an.

Aus allen diesen Gründen hat der AEF 20 ° C als technische Normaltemperatur gewählt.

Andere Vorschläge. Abweichend von den Festlegungen des Entwurfs sind die folgenden Vorschläge bekannt geworden:

In der Gastechnik sowie bei einzelnen wärmetechnischen Untersuchungen wird als Bezugstemperatur 15 ° C bevorzugt.

Herr Mollier hat seinen Arbeiten 10 ° C und 735,56 mm QS oder, was zu derselben Dichte führt, 19,2 ° C und 760 mm QS zugrundegelegt. Dadurch werden manche verbrennungstechnische Rechnungen bequem; denn bei dem so festgesetzten Normalzustand ist in einem Kubikmeter sehr genau $^1/_{24}$ Kilomol enthalten.

Endlich haben die Hochdruckchemiker angeregt, die physikalische Normaltemperatur 0 ° C mit dem technischen Normaldruck 1 kg/cm² zu verbinden, und zwar mit Rücksicht auf Untersuchungen, die vom Eispunkt ausgehen.

Der AEF kann sich diesen Vorschlägen, die er sorgfältig geprüft hat, nicht anschließen. Namentlich hält er es nicht für möglich, einen dritten Normalzustand mit einer weiteren Normaltemperatur von 15 ° C zuzulassen, zumal da in der Praxis die Meinungen darüber auseinandergehen, ob hierbei der Druck 760 Tor (760 mm QS) oder der Druck 1 kg/cm² als Bezugspunkt zu wählen sei.

Normalkubikmeter. In der Gas- und Feuerungstechnik wird häufig der Begriff des großen und kleinen Normalkubikmeters (Nm³ und nm³) verwendet. Unter x Normalkubikmetern eines Gases versteht man diejenige Menge des Gases, die im Normalzustand ein Volumen von x Kubikmeter ausfüllt. Beim Nm³ sind die Bezugspunkte 0 ° C und 760 Tor, beim nm³ 10 ° C und 735,56 Tor (1 kg/cm²). Das Normalkubikmeter ist offenbar nichts anderes als eine von Gas zu Gas verschiedene Bezugsmenge; es führt irre, weil es den Anschein erweckt, als ob es ein Bezugsvolumen darstellte, und kann daher nicht empfohlen werden.

Noch nicht endgültig

Entwurf 54. Empfindlichkeit und Genauigkeit[1].

Vorbemerkungen.

Im folgenden wird die zu messende Größe als „Meßgröße" bezeichnet.

Die „Konstante" eines Instruments ist der Wert, mit dem man den von dem Instrument angezeigten Wert, die „Anzeige" oder „Einstellung", multiplizieren muß, um die Meßgröße zu erhalten. Die Meßgröße, auf die sich die Konstante eines Instruments bezieht, kann durch Zufügung eines Bestimmungswortes angedeutet werden, z. B. Stromkonstante, Spannungskonstante.

[1] Bearbeitet von H. Ebert, E. Giebe, Frhr. v. Göler, G. Keinath, W. Kösters, P. Melchior, M. Pirani, R. W. Pohl, K. Scheel, H. Schering, W. Steinhaus, R. Süring, J. Wallot.

I. Empfindlichkeit.

Die Empfindlichkeit (ε) ist das Verhältnis einer Änderung der Anzeige oder Einstellung (z. B. einer Änderung des Ausschlags in mm/m) zu der sie verursachenden Änderung der Meßgröße.

Skalenwert ist das Verhältnis einer Änderung der Meßgröße zu der dabei auftretenden Änderung der Einstellung ($1/\varepsilon$).

Bei Galvanometern ist z. B.

die Stromempfindlichkeit das Verhältnis einer Änderung der Einstellung zu der sie verursachenden Änderung des durch die Klemmen des Instruments fließenden Stroms;

die Spannungsempfindlichkeit das Verhältnis einer Änderung der Einstellung zu der sie verursachenden Änderung der an den Klemmen des Instruments liegenden Spannung;

die wirksame Spannungsempfindlichkeit (in einer Anordnung mit merklichem innerem Widerstand) das Verhältnis einer Änderung der Einstellung zu der sie verursachenden Änderung der Leerlaufspannung der äußeren Schaltung.

Bei empfindlichen Instrumenten sind geeignete Einheiten für Stromempfindlichkeiten Millimeter je Meter und Mikroampere, für Spannungsempfindlichkeiten Millimeter je Meter und Mikrovolt.

II. Fehler und Korrektion.

Fehler: Zieht man den Fehler (F) von der Anzeige (A) eines Instruments ab, so erhält man den wahren Wert (W):

$$A - F = W$$

Korrektion (Berichtigung): Fügt man die Korrektion (K) zu der Anzeige eines Instruments hinzu, so erhält man den wahren Wert:

$$A + K = W$$

Fehler und Korrektion können positiv oder negativ sein. Die Korrektion hat das entgegengesetzte Vorzeichen des Fehlers.

Der relative und prozentische Fehler und die relative und prozentische Korrektion werden festgelegt durch die Beziehungen

$$\left.\begin{aligned} f &= \frac{F}{W} = \frac{F}{W}\,100\,\% \\ k &= \frac{K}{W} = \frac{K}{W}\,100\,\% \end{aligned}\right\} \text{bezogen auf den wahren Wert}$$

oder

$$\left.\begin{aligned} f' &= \frac{F}{A} = \frac{1}{\frac{1}{f}+1} \\ k &= \frac{K}{A} = \frac{1}{\frac{1}{k}-1} \end{aligned}\right\} \text{bezogen auf die Anzeige.}$$

Ist $|F| = |K|$ der absolute Betrag des Fehlers und der Korrektion, so sagt man auch, daß ein Instrument an der betreffenden Stelle „um $|F|$ falsch" oder „bis auf $|F|$ richtig" zeige.

III. Unsicherheit und Genauigkeit.

Die Unsicherheit der Ablesung (d. h. die Unsicherheit der Ablesung, soweit sie von den Eigenschaften des Instruments herrührt) ist die kleinste an der Skale noch erkennbare Änderung der Meßgröße.

Die Unsicherheit der Messung (d. h. die Unsicherheit der Ablesung, soweit sie von den Eigenschaften der gesamten Meßanordnung herrührt) ist durch die Grenzen gegeben, innerhalb deren bei dem angewandten Meßverfahren ein Ergebnis wahrscheinlich liegt; zahlenmäßig wird sie angegeben als der mit dem Doppelvorzeichen ± versehene halbe Abstand jener Grenzen.

Die relativen und prozentischen Größen werden nach Abschnitt II gebildet.

Die Genauigkeit ist um so kleiner, je größer die Unsicherheit. Werden Zahlenangaben verlangt, so empfiehlt es sich, die Unsicherheit anzugeben.

Erläuterungen.

Allgemeines. Mit der Festlegung der Begriffe „Empfindlichkeit" und „Genauigkeit" möchte der AEF Ordnung in den Gebrauch dieser und damit zusammenhängender Begriffe bringen.

Digitized by Google

Er hat bei der Bearbeitung des Entwurfs vor allem den allgemeinen Grundsatz beachtet, daß der angegebene Zahlenwert einer Größe diese wirklich kennzeichnen muß; d. h. der Zahlenwert muß groß sein, wenn die der Benennung entsprechende Eigenschaft in hohem Maße vorhanden ist, klein im entgegengesetzten Falle. Diese Forderung ist schon vor Jahrzehnten erhoben und auf den Begriff der Empfindlichkeit angewendet worden (so in der Arbeit von Ayrton, Mather and Sumpner, Phil. Mag. 30 (1890), S. 58).

Hiernach darf beispielsweise die Empfindlichkeit allgemein als der Quotient Wirkung durch Ursache, aber nicht, wie es sehr häufig geschieht, als der Quotient Ursache durch Wirkung definiert werden. Wendet man diese allgemeine Definition auf Meßinstrumente an, so wird man zu der unter I gegebenen Festsetzung geführt.

Die Forderung, die hier erhoben worden ist und die sich lediglich auf die Zuordnung eines Zahlenwerts zu einer Eigenschaft bezieht, ist logisch einwandfrei und hat daher bis jetzt keinerlei Widerspruch gefunden. Sie hat an sich nichts zu tun mit der anderen Frage, was denn überhaupt unter Begriffen wie Empfindlichkeit, Genauigkeit, Richtigkeit zu verstehen ist. Die Gegensätze der Auffassung, um die es sich hier handelt, finden vor allem ihren Ausdruck in einer Arbeit von M. Kurrein, Richtigkeit, Genauigkeit und Empfindlichkeit, Z. Instr.-Kd. 51, 541, 1931, Nr. 10. Dort sind die drei Begriffe wesentlich anders definiert, und zwar auch abgesehen davon, daß die reziproken Werte genommen werden müßten, was ja zu keinen grundsätzlichen Schwierigkeiten führen könnte. Insbesondere heißt bei Kurrein „Empfindlichkeit" ein Begriff, den der Entwurf des AEF „Unsicherheit der Ablesung" nennt. Nun wird aber auch in der Technik der Meßwerkzeuge häufig als Empfindlichkeit die Änderung der Meßgröße genommen, die eine Änderung der Anzeige um einen Skalenteil hervorbringt; dieser Brauch deckt sich grundsätzlich mit dem Vorschlag des Entwurfs unter I, wenn man wieder davon absieht, daß hier der reziproke Wert genommen ist. Es erscheint daher nicht unberechtigt, auch in Zukunft die Empfindlichkeit als einen Quotient zweier Größen zu definieren, wobei die Wirkung in den Zähler gehört. Der AEF glaubt, daß seine Vorschläge die größere Aussicht auf allgemeine Anerkennung haben, da sie einem seit langem eingeführten und weithin üblichen Brauch entsprechen.

Die Verschiedenheit in der Festlegung der Begriffe kommt in der folgenden Tafel am besten zum Ausdruck.

Definition	Benennung AEF	Benennung Kurrein
Änderung des Ausschlags durch Änderung der Meßgröße (Wirkung durch Ursache)	Empfindlichkeit	—
Wahrer Wert minus angezeigter Wert	Korrektion	Richtigkeit
Kleinste auf der Skale erkennbare Änderung der Meßgröße	Unsicherheit der Ablesung	Empfindlichkeit
Abstand der Grenzen, innerhalb deren ein Ergebnis wahrscheinlich liegt	Unsicherheit der Messung	Genauigkeit

Die Erklärungen des Satzes erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es wäre natürlich unmöglich, in einem kurzen Satz alle mit der Empfindlichkeit und der Genauigkeit zusammenhängenden Fragen erschöpfend zu behandeln, so z. B. die Fragen der Einstellsicherheit oder der Verwirklichung einer hohen Empfindlichkeit (ihres Zusammenhangs mit der Schwingungsdauer und den Dämpfungsverhältnissen).

Der Satz erreicht seinen Zweck, wenn er Aufmerksamkeit für einen sinngemäßen Gebrauch der Begriffe Empfindlichkeit und Genauigkeit weckt.

Zu I (Empfindlichkeit). Bei den Galvanometern wird die Empfindlichkeit noch immer vorzugsweise so definiert, daß ihr Zahlenwert bei den empfindlichsten Instrumenten am kleinsten ist. Vielleicht beruht dieser Gebrauch auf einer Verwechslung der Konstante des Instruments mit der Empfindlichkeit. Vielleicht rührt er auch daher, daß man den Strom oder die Spannung je Skalenteil in der Form 10^{-x} A oder 10^{-x} V angeben möchte; dann steigt natürlich die Zahl x mit der Empfindlichkeit. Die Erfahrung zeigt jedenfalls, daß sich der Begriff der Empfindlichkeit nach der vom AEF vorgeschlagenen allein sinngemäßen Definition wesentlich leichter handhaben läßt und daß man sich rasch an ihn gewöhnt. Wählt man als Einheiten für den Ausschlag mm je m, für den Strom μA, für die Spannung μV, so ergeben sich für die empfindlichen Instrumente bequeme und einprägsame Zahlenwerte.

Wenn es der Entwurf unternimmt, drei verschiedene Galvanometerempfindlichkeiten zu definieren, so möchte er auch damit einem verwirrenden Sprachgebrauch entgegenarbeiten. Über das, was vernünftigerweise als „Stromempfindlichkeit" eines Instruments zu bezeichnen ist, bestehen keine Meinungsverschiedenheiten. Wohl aber wird häufig als „Spannungsempfindlichkeit" der Quotient aus der Stromempfindlichkeit und dem sogenannten „Grenzwiderstand" bezeichnet.

Bei dieser von den Festsetzungen des Entwurfs abweichenden Definition werden zwei Dinge miteinander vermengt, die nichts miteinander zu tun haben.

Wenn die Stromempfindlichkeit eines Drehspulinstruments auf den die Spule durchfließenden Strom bezogen wird, so muß die Spannungsempfindlichkeit des Instruments ganz entsprechend auf seine Klemmenspannung bezogen werden. Die Spannungsempfindlichkeit ist daher gleich der Stromempfindlichkeit dividiert durch den Galvanometerwiderstand.

Ist dieser gegenüber dem äußeren Widerstand nicht unendlich groß, so kommt die Empfindlichkeit des Instruments nicht voll zur Wirkung. Die „wirksame Spannungsempfindlichkeit" ist dann gleich der Stromempfindlichkeit dividiert durch den Gesamtwiderstand des Kreises.

Neben den Empfindlichkeiten der Instrumente ist auch der sogenannte „Grenzwiderstand" eine wichtige Instrumentkonstante. Er muß zur Erzielung günstiger Dämpfungsverhältnisse dem Gesamtwiderstand des Kreises angepaßt werden. Nun ist es natürlich möglich, den Quotienten aus Stromempfindlichkeit und Grenzwiderstand zu bilden, und es ist klar, daß dieser Quotient dann bei kleinem Grenzwiderstand groß ist. Es ist aber irreführend, ihn, wie es geschieht, „Spannungsempfindlichkeit" zu nennen und von besonders „spannungsempfindlichen" Instrumenten zu reden statt von Instrumenten kleinen Grenzwiderstandes; denn der Grenzwiderstand ist bei jeder Messung, nicht nur bei der Spannungsmessung, die für die Dämpfungsverhältnisse maßgebende Instrumentkonstante, von deren Größe es abhängt, ob die Empfindlichkeit ausgenutzt werden kann oder nicht.

Bei Zeigergalvanometern wird die Anzeige im allgemeinen unmittelbar in Skalenteilen, bei Spiegelgalvanometern dagegen in mm je Einheit des Skalenabstands (meist in m) angegeben. Verursacht also z. B. bei einem Spiegelinstrument ein Strom I eine Drehung des Spiegels um den Winkel φ, während man an der Skale im Abstand a die Anzeige A abliest, so ist die Stromempfindlichkeit gleich

$$\frac{A}{aI} = 2\frac{\varphi}{I}$$

und nicht etwa gleich φ/I.

Bei ballistisch benutzten Galvanometern bezieht man die Empfindlichkeit entsprechend beispielsweise auf Mikrocoulomb.

Von der Definition einer Normalempfindlichkeit hat der AEF abgesehen, da sie nur für die seltener gebrauchten Drehmagnetinstrumente Bedeutung hat.

Zu II (Fehler und Korrektion). Die Darlegungen des Entwurfs beziehen sich auf die an den Instrumenten abgelesenen Werte. Deren Weiterbearbeitung nach den Regeln der Ausgleichsrechnung ist nicht in Betracht gezogen. Der AEF hat jedoch darauf geachtet, daß sich die feineren Begriffe der Ausgleichsrechnung (z. B. der „mittlere", „wahrscheinliche" Fehler usw.) widerspruchsfrei an die festgelegten Begriffe anschließen lassen.

Sollen die Ausdrücke „um $|F|$ falsch" oder „bis auf $|F|$ richtig" für einen bestimmten Bereich gelten, so muß dies gesagt werden; für $|F|$ ist dann der größte in dem betreffenden Bereich vorkommende Wert zu setzen. In einem solchen Falle sollen die Ausdrücke bedeuten, daß ein Instrument in dem Bereich „um höchstens $|F|$ falsch" oder „mindestens bis auf $|F|$ richtig" zeigt. Die Worte „höchstens" und „mindestens" können im allgemeinen weggelassen werden; dagegen ist, falls dem Wert $|F|$ irgendeine andere Bedeutung beigelegt wird, ein Hinweis — etwa „im Mittel" oder ähnliches — unerläßlich.

Zu III (Unsicherheit und Genauigkeit). Der „Genauigkeit" einer Ablesung oder einer Messung läßt sich nur schwer eine zahlenmäßige Angabe zuordnen, die mit wachsender Genauigkeit wächst. Meist stellen die „Genauigkeiten", die man angibt, in Wirklichkeit „Unsicherheiten" dar. Der Gebrauch von Ausdrücken wie „hohe" oder „geringe Genauigkeit" soll natürlich nicht unterbunden werden; der AEF hält es aber für zweckmäßig, bei zahlenmäßigen Angaben das Wort „Unsicherheit" zu verwenden.

Digitized by Google

Noch nicht endgültig

Entwurf 55. Zähigkeit[1].

1. „Zähigkeit" heißt die Eigenschaft, die bei der Formänderung eines (gasförmigen, flüssigen oder festen) Körpers die Abhängigkeit der in dem Körper auftretenden Spannungen von der Formänderungsgeschwindigkeit kennzeichnet. Stoffe, bei denen beliebig kleine Kräfte eine Formänderung von beliebiger Größe bewirken können, wenn die Formänderung hinreichend langsam erfolgt, heißen „Flüssigkeiten". Demnach wird die Bezeichnung Flüssigkeit hier für alle flüssigen Stoffe, nicht nur für Flüssigkeiten im Sinne der Phasenlehre, gebraucht.

Für viele Flüssigkeiten gilt der Newtonsche Ansatz

$$\tau = \eta \frac{\partial v}{\partial y};$$

d. h. die Schubspannung τ, die zwischen zwei in der Strömungsrichtung liegenden benachbarten parallelen Schichten besteht, ist proportional dem Geschwindigkeitsgradienten $\partial v/\partial y$ senkrecht zur Strömungsrichtung. Soweit dieser Ansatz zulässig ist, wird durch ihn eine Proportionalitätskonstante η als Maß der Zähigkeit festgelegt[2].

Diese Proportionalitätskonstante heißt „dynamische Zähigkeit" (wenn keine Verwechslung möglich ist, kurz „Zähigkeit") und wird mit dem Buchstaben η bezeichnet. Im CGS-System hat sie die Einheit

$$\text{dyn s cm}^{-2} = \text{cm}^{-1}\,\text{g s}^{-1};$$

diese wird nach Poiseuille mit „Poise" (abgekürzt P, sprich Poas, sächlich, Mehrzahl: „die Poise") bezeichnet. Der hundertste Teil eines Poise heißt „Centipoise" (abgekürzt cP), der millionste Teil „Mikropoise" (abgekürzt μP).

Im technischen Maßsystem (m-kg-s-System) hat die dynamische Zähigkeit die Einheit kg s m^{-2}. Den Zahlenwert der dynamischen Zähigkeit im technischen Maßsystem erhält man durch Multiplikation des Zahlenwertes in Poise mit $\frac{1}{98{,}1} = 0{,}0102$.

2. Der Kehrwert der dynamischen Zähigkeit heißt „Beweglichkeit" („Fluidität") und wird mit dem Buchstaben φ bezeichnet.

3. Der Quotient aus dynamischer Zähigkeit und Dichte, der bei vielen Strömungsvorgängen als maßgebender Stoffwert auftritt, heißt „kinematische Zähigkeit" und wird mit dem Buchstaben ν bezeichnet. Die Einheit der kinematischen Zähigkeit im CGS-System ist $\text{cm}^2\,\text{s}^{-1}$ und führt nach Stokes den Namen „Stok" (abgekürzt St, sächlich, Mehrzahl: die Stok). Häufig gebrauchte Verkleinerungen: „Centistok" (cSt) und „Millistok" (mSt).

Im technischen Maßsystem ist die Einheit der kinematischen Zähigkeit $\text{m}^2\,\text{s}^{-1}$. Man erhält den Zahlenwert im technischen Maßsystem durch Multiplikation des Zahlenwertes in Stok mit 10^{-4}.

4. Als „relative (bezogene)" dynamische bzw. kinematische Zähigkeit bezeichnet man das Verhältnis der dynamischen bzw. kinematischen Zähigkeit eines Stoffes zu der dynamischen bzw. kinematischen Zähigkeit eines Vergleichstoffes (z. B. Wasser, Luft, flüssiges Lösungsmittel). Die Bezeichnung „spezifische Zähigkeit" für so definierte Werte ist zu vermeiden.

Willkürliche Maßeinheiten, wie „Englergrad", „Redwood-" oder „Saybolt-Sekunde" sind möglichst zu vermeiden. Über die Umrechnung dieser Maße in kinematische Zähigkeit vgl. Normblatt DIN DVM 3655.

[1] Bearbeitet von S. Erk, A. Betz, P. Melchior, E. Riesenfeld, G. Sinner.
[2] Es gibt Stoffe, die nach obiger Definition ebenfalls als Flüssigkeiten bezeichnet werden müssen, für die aber der Newtonsche Ansatz nicht gilt (Kolloide). Bei diesen kann die Zähigkeit nicht durch einen einzigen Beiwert gekennzeichnet werden.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker
(Eingetragener Verein.)
Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Kommission für Installationsmaterial.

Die Kommission hatte in ETZ 1933, S. 163 u. a. einen Entwurf zu Änderung von § 89 in

VDE 0610/1928

„Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I."

zwecks Ausdehnung der Vorschriften auf Isolierrohr mit aluminiumüberzogenem Eisenblechmaterial veröffentlicht.

Die neue Fassung von § 89 wurde im August 1933 durch den Vorstand angenommen und tritt am 1. September 1933 in Kraft.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Generalsekretär:
i. V.: Blendermann.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33.

Betr.: Firmenkennfäden für isolierte Leitungen.

Auf Grund einer getroffenen Vereinbarung werden die Holländischen Draht- und Kabelwerke, Amsterdam-Nord (Holland), für isolierte Leitungen, die den gesetzlich geschützten VDE-Kennfaden führen, in Zukunft an Stelle des bisherigen schwarz-rot verdrillten Firmenkennfadens einen

schwarz-weiß-grün-weiß einfädig bedruckten Firmenkennfaden

verwenden.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Hessische Elektrotechnische Gesellschaft Darmstadt. — 9. IX. 1933, 17 h, Feier des 25jährigen Jubiläums im gr. Hörsaal d. Elektrotechn. Instituts d. T. H. Darmstadt: Festvortrag Prof. Dr. Hans Busch, Thema: „Wissenschaftliche Grundlagen der elektrischen Fernübertragung von Sprache und Musik (mit Experimenten)".

Deutsche Physikalische Gesellschaft und Deutsche Gesellschaft für technische Physik in Gemeinschaft mit der Deutschen Mathematikervereinigung und Gesellschaft für angewandte Mathematik und Mechanik. 17. ... 22. IX. 1933, 9. Deutscher Physiker- und Mathematikertag in Würzburg. Die in H. 34 angegebene Tagungszeit ist somit geändert worden.

PERSÖNLICHES.

J. Prüß. — Dr.-Ing. Johann Prüß, bisher Sachbearbeiter für Maschinenbau und Elektrotechnik in der Geschäftsstelle des Reichsverbandes Deutscher Verkehrsverwaltungen, ist zum Direktor und technischen Vorstandsmitgliede bei der Hamburger Hochbahn gewählt worden.

B. Thierbach. — Der Beratende Ingenieur und langjährige Mitarbeiter der ETZ, Dr. Bruno Thierbach, Berlin, vollendete am 23. VIII. sein 70. Lebensjahr.

E. C. Zehme. — Am 26. VIII. d. J. konnte der Verantwortliche Schriftleiter der ETZ, Herr Ernst Conrad Zehme, auf die Vollendung seines 70. Lebensjahres zurückblicken. Herr Zehme hat sich aus diesem Anlaß entschlossen, Ende des Jahres aus seinem arbeitsreichen Amte, das er im Jahre 1905 übernahm, zu scheiden.

Digitized by Google

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Leitungstörungen vornehmlich bei Sonnenaufgang.

Zu Ihrer Mitteilung, ETZ 1933, S. 476, kann ich auch einen Beitrag leisten. Es sind schon vor über 20 Jahren an Hochspannungsleitungen, welche quer zu einem Hochtal verlaufen, durch welches täglich um eine bestimmte Zeit Windströmungen auftreten, Beobachtungen gemacht worden, daß die damals noch üblichen Hörner-Blitzableiter angesprochen haben, ohne daß irgendwie Gewitter vorhanden waren. Hier war lediglich die Aufladung durch Windströmungen die Ursache.

Ferner ist aber auch beobachtet worden, daß bei Sonnenaufgang am Morgen diese Blitzhörner bei völlig klarem, gewitterfreiem und windstillem Wetter angesprochen hatten. Die erste Annahme war, daß Insekten eine Rolle spielen könnten, aber nach genauer Kontrolle und absolut reinen Blitzhörnern trat die Erscheinung immer wieder auf. Die Vermutung lag daher nahe, daß bei Sonnenaufgang gewisse Strahlen auftreten, welche zwischen den Funkenstrecken ionisierend wirken. Dies könnte auch die Ursache der im obigen Artikel geschilderten Beobachtungen sein.

Luzern, 3. IV. 33. F. Ringwald.

LITERATUR.

Besprechungen.

Elektrische Lichtbogenschweißung. Von K. Meller. Bd. 3 von „Elektrizität in industriellen Betrieben", herausg. v. Prof. Dr.-Ing. E. h. W. Philippi. 2., wesentl. erw. Aufl. Mit 374 Abb. u. 31 Zahlentaf., XII u. 398 S. in gr. 8°. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1932. Preis geh. 26 RM, geb. 27,80 RM.

Die 2. Auflage des erstmalig 1925 erschienenen Buches war nötig, denn bei einem technischen Verfahren, welches in den letzten 7 Jahren sich stürmisch ausbreitend zu einem der wichtigsten bei der Verbindung von Metallen, vor allem von Stahl geworden ist, bleibt es nicht aus, daß allenthalben wesentliche Verbesserungen an Maschinen, Geräten, Zusatzstoffen, Prüfverfahren sowie in der Werkmannsausbildung und der wirtschaftlichen Anwendung herauskommen, so daß ein Buch darüber dann schnell veraltet. Zwischenzeitlich haben sich nun auch die verschiedenen Meinungen der Fachleute und die Interessengegensätze der Lieferindustrie in der Praxis auswirken können, und hierdurch ist eine gewisse Klärung eingetreten.

Während an der 1. Auflage manches zu bemängeln war, hat die zweite aus der Entwicklung Nutzen gezogen und bemüht sich, objektiv alles das darzustellen, was heute auf diesem Sondergebiet zu wissen vonnöten ist. Das Buch gibt auf etwa 400 Seiten in flüssiger Sprache erschöpfend Auskunft über Theorie und Praxis des Verfahrens und auch noch über die erforderlichen Hilfswissenschaften: die Metallurgie, die Festigkeits- und Konstruktionslehre, und zeigt schließlich die Anwendung des Verfahrens in den verschiedenen Fertigungszweigen, wie: Maschinen-, Fahrzeug-, Eisenhoch-, Schiff-, Kessel-, Apparate- und Rohrleitungsbau an vorzüglichen Beispielen.

Das Buch sollte jeder, der sich mit der elektrischen Bogenschweißung ernsthaft abgibt, eifrig studieren, zumal auch die Ausstattung wieder ausgezeichnet ist.

J. C. Fritz.

Wähleramt und Wählervorgang. Von J. Woelk. 4. Aufl. Mit 21 Abb., 2 Taf. u. 41 S. in gr. 8°. Verlag R Oldenbourg, München u. Berlin 1932. Preis geh. 1,60 RM.

Die 4. Auflage des Buches ist durch Berücksichtigung einiger Neuerungen dem Stand der Neuzeit angepaßt worden. Im ersten Teil werden die Grundbegriffe der Selbstanschlußtechnik behandelt und die Lösungen der vielseitigen Betriebsforderungen in der Hauptsache an den technischen Einrichtungen einer Vermittlungstelle älterer Bauart für 100 Anschlüsse gezeigt. Der grundsätzliche Unterschied zwischen dem Vorwähler- und dem Anrufsuchersystem wird ausführlich besprochen. Im zweiten Teil der Arbeit wird gezeigt, welchen Einfluß die elektrischen Eigenschaften der Anschlußleitungen und Sprechstellenapparate auf den Wählvorgang, d. h. auf die Länge und Form der mit der Nummernscheibe entsandten Einstellstromstöße für die Wähler (Stromunterbrechungen) haben. Daran werden einige praktische Folgerungen angeknüpft. Eine nützliche Einführung in das Studium der Selbstanschlußtechnik. Es wäre zu begrüßen, wenn bei einer neuen Auflage das am Schluß der Arbeit angegebene Literaturverzeichnis vervollständigt würde.

Schramm.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Brown, Boveri & Cie. AG., Baden (Schweiz) im Geschäftsjahr 1932/33. — Die Gesellschaft berichtet, daß der Bestellungseingang ihrer Schweizer Fabriken in Baden und Münchenstein bei dem heftigen Konkurrenzkampf, der sich um jeden in Aussicht stehenden größeren Auftrag entspinnt, nur ganz ungenügend war; er erreichte nur etwa 58 % des entsprechenden Betrages des schon sehr ungünstigen Vorjahres. Der Bestellungsbestand im Juni 1933 betrug, verglichen mit dem Juni 1930, 24 % gegen 33 % im Vorjahr.

Aus der Bilanz

	Werte in 1000 RM	
	1932/33 (31. III.)	1931/32 (31. III.)
Beteiligungen	13 737	16 432
Wertpapiere	4 011	3 153
Bankguthaben	18 365	15 738
Kasse, Wechsel	2 332	2 902
Debitoren	19 226	22 329
Aktienkapital	38 432	38 432
Ordentlicher Reservefonds	2 860	2 860
Anleihen	27 778	27 778
Stiftungen	5 601	5 333
Kreditoren	16 436	18 224
Fabrikationsgewinn	144	3 472
Reingewinn	—	93
Verlust	4 999	—

Als Hauptursache für den Verlust im letzten Geschäftsjahre in Höhe von rd. 5 Mill RM wird die Konkurrenzunfähigkeit bezeichnet, die in der Valutaentwertung einer Reihe von Wettbewerbsländern und in den hohen Löhnen der Schweiz begründet ist. Die Löhne stehen für Facharbeiter der Maschinenindustrie gegenüber der durchschnittlichen Lohnhöhe in der Schweiz z. B. in der Tschechoslowakei auf 54 %, in Belgien auf 57 %, in Italien auf 59 % und in Frankreich auf 77 %. Trotz der Krise sind die Forschungsarbeiten tatkräftig weiterbetrieben, sie haben zu Fortschritten geführt, z. B. in der Weiterentwicklung des Velox-Dampferzeugers, auf dem Gebiete der Quecksilberdampf-Gleichrichter mit gesteuerten Gittern, im Schalter- und Motorenbau (Konstruktion von Motoren für praktisch geräuschlosen Gang).

Beteiligungen der Gesellschaft:

a) Fabrikationsunternehmungen:

Brown, Boveri & Cie. AG., Mannheim,
Compagnie Electro-Mécanique, Paris,
Tecnomasio Italiano Brown Boveri, Mailand,
Aktieselskabet Norsk Elektrisk & Brown Boveri, Oslo,
„Micafil" AG., Altstetten bei Zürich,
Österreichische Brown Boveri-Werke AG., Wien und deren Zweiggeschäfte,
Polnische Elektrizitätswerke Brown Boveri AG., Warschau (wird liquidiert. Die Fabriken in Zychlin und Teschen sind an die polnische Firma Rohn, Zielinski & Co. verkauft worden.)
Allis Chalmers Manufacturing Comp., Milwaukee.

b) Holdinggesellschaften:

Motor-Columbus AG. für elektrische Unternehmungen, Baden,
Holding Brown, Boveri & Cie. AG., Basel. *wt.*

Abschluß des Heftes: 25. August 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Faß-Sprühanlage.

Mitteilung der AEG.

Die Behandlung von Isolieröl bereitet dem Betriebsleiter oft mancherlei Schwierigkeiten. Besonders unangenehm ist die vielfach gemachte Feststellung, daß Oel, das in trockenem Zustand auf Fässer gefüllt worden war, seine hohe Durchschlagfestigkeit inzwischen verloren hat. Der Grund dafür liegt gewöhnlich darin, daß das Oel beim Trocknungsvorgang entgast und so auf Lager genommen worden ist. In solchem Zustand hat es bekanntlich eine starke Neigung zur Absorption von Gas und nimmt atmosphärische Luft auf. Dabei gelangt die darin enthaltene Feuchtigkeit in das Oel und infolge ihrer Anwesenheit sinkt die Durchschlagfestigkeit.

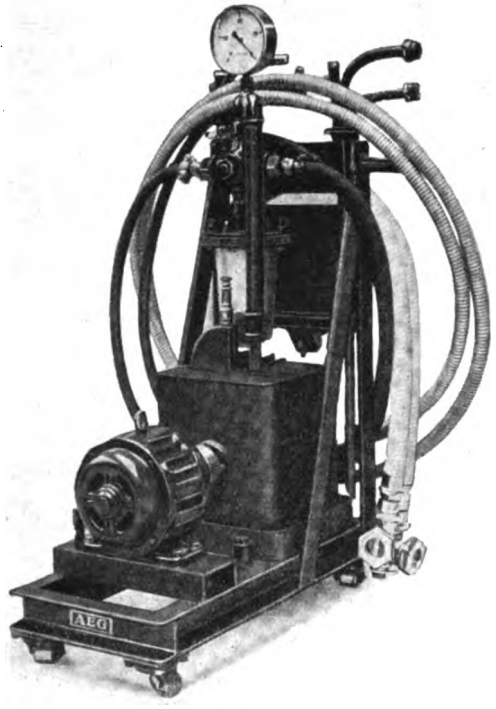


Abb. 1. Faß-Sprühanlage, fahrbereit.

Diese Gefahr wird beim Gebrauch der von der AEG kürzlich auf den Markt gebrachten Faß-Sprühanlage (Abb. 1) restlos vermieden; denn das Oel kommt während und nach dem Trockenvorgang nur mit Luft in Berührung, die durch einen Lufttrockner geleitet ist, so daß es nur Trockenluft aufnehmen kann. Außerdem erzielt man mit Leichtigkeit einen so hohen Trockenheitsgrad, also eine so große Durchschlagfestigkeit des Oeles, wie es mit keiner anderen Methode möglich ist (etwa 200 ... 250 kV/cm). Diese starke Feuchtigkeitsentziehung unterstützt die Absättigung mit getrockneter Luft in dem Sinne, daß die hohe Durchschlagfestigkeit praktisch unbegrenzt erhalten bleibt, sofern das Oel nicht durch andere Ursachen (Gebrauch oder Umfüllen) wieder Wasser aufnimmt.

Weiterhin gestattet der Faß-Sprühapparat ein bequemes Arbeiten. Da kein besonderer Oeltank benötigt wird, sondern der ganze Trockenvorgang in normalen Oelfässern durchgeführt wird, ist eine bequeme und somit billige Beförderung von einem Verwendungsort zum anderen möglich. Ferner ist es unnötig, die zur Lagerung des Oeles verwendeten Fässer besonders auszutrocknen, was immer zeitraubend und somit kostspielig ist, und was sehr oft nicht vollständig gelingt, da es großer Sorgfalt und einer gewissen Uebung bedarf. Normalerweise ist die Verwendung von 400 l-Fässern vorgesehen, doch kann die Einrichtung mit einer geringen Abweichung auch für größere Fässer geliefert werden.

Der Faß-Sprühapparat ist so durchgebildet, daß mit ihm in gleicher Weise wie mit den bekannten Filterpressen das Oel direkt aus dem Transformator oder Oelschalter entnommen und ihm wieder zugeführt werden kann. Abb. 2 zeigt die Entleerung einer getrockneten Charge in einen Transformator.

Dank seiner leichten Transportfähigkeit im Zusammenhang mit seinem Zubehör gestattet der Apparat die Kaltevakuierung von Transformatoren am Ort ihrer Verwendung, sofern deren Kessel vakuumfest sind.

Infolge der sinnreichen, nachstehend kurz beschriebenen Arbeitsweise ist der Aufbau des Gerätes einfach und somit sein Preis niedriger als der anderer ähnlicher Trockenvorrichtungen.

Zur Inbetriebnahme sind zwei normale Oelfässer erforderlich, von denen das eine mit Oel gefüllt ist oder aus dem Transformator usw. gefüllt wird (Abb. 2). Beide Fässer werden mit den Spunden, die je eine Sprühdüse, ein Tauchrohr und einen Anschluß zur Vakuumpumpe enthalten, verschlossen und miteinander durch zwei Schläuche und mit der Vakuumpumpe durch einen weiteren Schlauch verbunden. Mittels dieser wird das leere Faß evakuiert. Das Oel strömt dann aus dem vollen Faß herüber und wird durch die Düse versprüht, wobei das im Oel enthaltene Wasser — infolge des hohen Vakuums ohne jegliche Wärmezufuhr — verdampft und

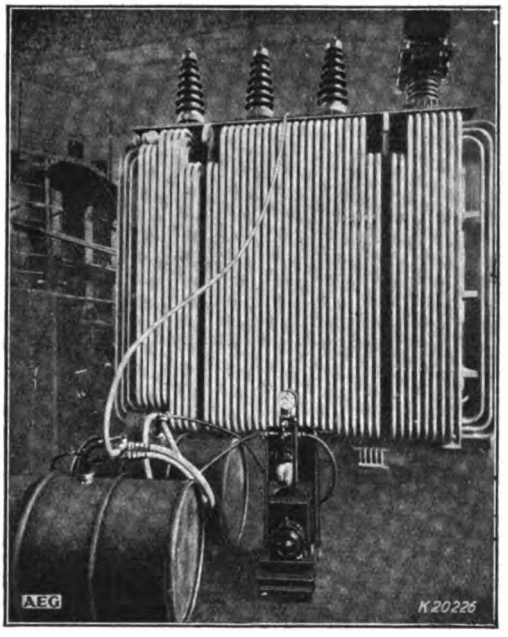


Abb. 2 Faß-Sprühanlage, im Betrieb.

mit der Luft zusammen abgesaugt wird. Die Belüftung des sich entleerenden Fasses erfolgt mit atmosphärischer Luft, die durch einen Lufttrockner geleitet wurde. Ist das Oel herübergeströmt, so wird nach Umlegen des Vierwegehahns das Oel wieder in das erste Faß zurückgesaugt und hier versprüht. Dieses Hin- und Hersaugen wird so lange wiederholt, bis das Oel die gewünschte Durchschlagfestigkeit erreicht hat. Um bei einer Anfangsdurchschlagfestigkeit von etwa 60 kV/cm Oel bis auf 200 kV/cm zu trocknen, werden etwa 2 h benötigt.

Digitized by Google

Dipl.-Elektro-Ing.
sucht in EW. oder Industrie Anfangsstellung. Ang. u. **E. 3589** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erb.

Ausschreibung.

Beim Elektrizitätsverband Stade mit dem Sitz in Bremen, der als preußischer kommunaler Zweckverband die Verteilung elektrischen Stromes für das Gebiet v. 9 nordhannoverschen Landkreisen zur Aufgabe hat, ist die Stelle des hauptamtlichen

Zweckverbandsvorstehers

neu zu besetzen.

Die Besoldung richtet sich nach den preußisch. Besoldungsgrundsätzen. Gewährt wird vorbehaltlich der Zustimmung des Herrn Regierungspräsidenten in Stade ein Gehalt nach der Besoldungsgruppe A 1a. Wohnungsgeldzuschuß, Kinderbeihilfen und Pension werden nach den gesetzl. Bestimmungen gegeben. Bewerbern mit Pensionsberechtigung wird der bisher erdiente Pensionsanspruch angerechnet.

Die Wahl gilt zunächst auf 6 Jahre. Ob im Falle der Wiederwahl die Amtszeit für 6 oder für 12 Jahre gilt, wird die demnächst zu beschließende neue Satzung regeln.

Erforderlich sind eingehende Rechtskenntnis und Wirtschaftserfahrung, Organisationstalent u. Fähigkeit zu repräsentieren. Kenntnisse auf elektrotechn. Gebiet sind erwünscht.

Bewerbungen mit Lebenslauf, Darstellung der bisherigen Tätigkeit und Angabe von Auskunftspersonen werden **bis zum 15. September** an den unterzeichneten Staatskommissar beim Elektrizitätsverband Stade in Bremen, am Dobben 31a, erbeten. Vorhandene Zeugnisse sind in Abschrift beizufügen. Persönliche Vorstellung nur nach besonderer Aufforderung. In Frage kommen nur deutschstämmige Bewerber, die den Bestimmungen d. Gesetzes zur Wiederherstellung des Berufsbeamtentums v. 7. 4. 33 entsprechen. [3603]

Der Staatskommissar für den Elektrizitätsverband Stade (Zweckverband):
Regierungsrat
Bierbach.

Stellengesuch

Der unterzeichnete bisherige **Betriebsleiter der WasserKraftwerKe Häusern u. Eichholz** d. **Schluchseewerk A.-G.** sucht, gestützt auf eine 10jähr. Praxis im Bau u. Betrieb großer Wasserkraftwerke u. auf allerbeste Zeugnisse und Empfehlungen, einen neuen seiner bisherigen Tätigkeit entspr. Wirkungskr. **Oskar Blum, Hallturm,** Berchtesgaden Land. [3569]

Dipl.-Ing.
Fernmeldetechnik, Rundfunk, 27 J., erfahren in Propaganda u. Meßtechnik, sucht Stellung. Angeb. unt. **E. 3601** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Jüngerer Konstruktions-Ingenieur

(arisch), mit Erfahrungen im **Bau** und **Prüfung** von Apparaten der drahtlosen und Verstärkertechnik zum sofortigen Eintritt gesucht. Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Lichtbild unter **B. N. K. 5182** an **Ala-Berlin W 35** erbeten. [3593]

Elektro-Ingenieur

(arisch), mit Spezialkenntnissen und Erfahrungen im **Eisenbahn-Signalbau** zum sofortigen Eintritt gesucht. Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Lichtbild unter **B. N. J. 5181** an **Ala-Berlin W 35** erbeten. [3592]

Die Stelle eines **Oberingenieurs** und Stellvertreters des Direktors beim Städt. Elektrizitätswerk Ulm a. D. ist neu zu besetzen.

Bewerber mit abgelegter Hochschulprüfung werden ersucht, ihre Bewerbung mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Gehaltsansprüchen bis 15. September 1933 hierher einzureichen.

Die Anstellung erfolgt zunächst privatrechtlich. [3594]

Ulm, den 19. August 1933. Bürgermeisteramt.

Ein mit der **Herstellung von Emailledrähten** bestens vertrauter, tüchtiger und erfahrener

Werkmeister od. Techniker

zu sofortigem oder baldigem Antritt gesucht. Angebote unter **T. S. 896** an **Ala-Haasenstein & Vogler, Hannover.** [3590]

Fabrik elektr. Maschinen sucht für sofort

jungen Dipl.-Ingenieur für Kalkulationsbüro

Es kommen nur Bewerber in Frage, die über umfangreiche Erfahrungen auf dem Gebiete des modernen Kalkulationswesens verfügen und das durch Zeugnisse belegen können. Bewerbungen, bei welchen diese Voraussetzungen nicht zutreffen, sind zwecklos. Einsendung von Zeugnisabschriften, Lichtbild und Angabe der Gehaltsansprüche erwünscht unter **E. 3595** an die Anz.-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

An die Inserenten!

!

Es gelangen immer wieder Beschwerden an uns, daß die in Ziffer-Anzeigen verlangten Zeugnisse, Lichtbilder und Zeugnisabschriften, Zeichnungen usw. den Einsendern entweder gar nicht oder erst nach wiederholter Reklamation und oft ohne Angabe der Chiffre der betr. Anzeige wieder zugehen. Da es ohne Frage Pflicht der Inserenten ist, die den Angeboten auf Verlangen beigefügten Anlagen zurückzugeben, so richten wir hiermit an die Inserenten der Zeitschrift das dringende Ersuchen, solche Anlagen stets tunlichst bald kostenfrei und ohne nochmalige Aufforderung seitens der Einsender unmittelbar an letztere unter Angabe der betr. Anzeigen-Chiffre zurückzusenden.

Verlag und Expedition der „Elektrotechnische Zeitschrift"
BERLIN W 9, Linkstraße 23/25

Kabelfabrik

sucht einen Werksleiter, der auf allen Gebieten der Herstellung von Kabeln u. Leitungsdrähten lange praktische Erfahrungen und eine entsprechende wissenschaftliche Vorbildung besitzt. Für den Posten kommt nur ein Herr in Frage, der sich im Vollbesitz seiner Arbeitskraft befindet und mit umfassenden Fachkenntnissen sicheres Auftreten verbindet. Angebote mit Aufgabe von Empfehlungen und genauen Hinweisen auf frühere Tätigkeit sind zu richten unter **E. 3597** an die Anz.-Abt d. ETZ, Bln. W 9.

DIPLOMINGENIEUR

der nachweislich erfahrener Akquisiteur und im Alter von etwa 30 Jahren ist, zum Besuch von Elt.-Werken gesucht. Bewerber, denen die bayr. Verhältnisse bekannt sind, werden bevorzugt.

Angebote mit Lebenslauf, Bild und Gehaltsansprüchen erbeten unter **E. 3604** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Kabelwerk

sucht als Betriebsingenieur, insbesondere für die selbständige Bearbeitung aller Patentangelegenheiten, einen Fachmann, der die Technik u. Fabrikation v. Kabeln u. Leitungsdrähten beherrscht. Offerten mit kurz gefaßtem Lebenslauf und Angabe der bisherigen Arbeitsgebiete sind zu richten unter **E. 3600** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Dringend gesucht wird gebrauchter

Drehstrom-Generator

zur Kupplung mit einer Dampfturbine, Leistg. 3000 kW, 4000 kVA, 6300 V ± 5% mit Erregermaschine 110 V u. Regeleinrichtung. Anzugeben sind Preis, Lieferzeit, bisherige Betriebsstundenzahl, Fabrikat u. Wirkungsgrade. Angebote unt. **E. 3599** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang | Berlin, 7. September 1933 | Heft 36

Gemeinschaftsarbeit zwischen Elektrizitätswerken, Installateuren und Fachhandel.

Wie auf anderen Wirtschaftsgebieten, macht sich auch auf dem Gebiet der Elektrizitätswirtschaft der neue Geist einer verständnisvollen Zusammenarbeit aller zum Wohle des Ganzen bemerkbar. Die ersten Erfolge zeigten die Verhandlungen, die von der Vereinigung der Elektrizitätswerke und dem Reichsverband der Elektro-Installateure über den Abbau der Werksabteilungen der Elektrizitätswerke geführt wurden. Jahrelang schien es unmöglich, daß es hier zu einer Einigung kommen würde. Von Seiten der Elektrizitätswerke wurde stets behauptet, daß bei Nichtmehr-Aufrechterhaltung der Installations- und Verkaufstätigkeit der Elektrizitätswerke ein weiterer Fortschritt auf dem Gebiete der Elektrizitätswirtschaft nicht mehr zu erzielen sei. Die Installateure ihrerseits verlangten, daß alle Werksabteilungen sofort vollständig beseitigt werden müßten, da sie vollkommen in der Lage seien, die Aufgaben der Werksabteilungen zu übernehmen. Mehrere Verhandlungen, die beim Reichswirtschaftsministerium geführt wurden, zeitigten kein Ergebnis. Infolgedessen wurde auf Vorschlag von Dipl.-Ing. Willing eine paritätische Kommission von je drei Vertretern des Elektro-Installateurgewerbes und der Vereinigung der Elektrizitätswerke (Generaldirektor Otte, Direktor Zschintzsch, Direktor Kolb von den Elektrizitätswerken, den Herren Gamer, Wild und Willing von den Installateuren) eingesetzt, die in internen Verhandlungen unter der Leitung von Herrn Dr. Bernhard Endrucks Richtlinien über die Gemeinschaftsarbeit aufstellten, die dann dem Reichswirtschaftsministerium vorgelegt wurden. Diese Richtlinien, die nicht nur von der Vereinigung der Elektrizitätswerke und von dem Reichsverband der Elektro-Installateure, sondern auch von dem Reichsverband des Elektro-Großhandels, dem Reichsverband der Elektro-Innungen und dem Verband des Beleuchtungs- und Elektro-Einzelhandels angenommen wurden, sind jetzt vom Reichswirtschaftsministerium veröffentlicht worden und lauten wie folgt:

„Zwischen jedem Elektrizitäts-Unternehmen, das der Versorgung der Bevölkerung mit Licht, Kraft oder Wärme dient, einerseits und den in seinem Versorgungsgebiet zugelassenen Installateuren, die sich dafür interessieren, sowie dem Fachhandel, der sich dafür interessiert, andererseits, ist, unbeschadet der Gewerbefreiheit der Beteiligten, eine Elektrogemeinschaft zu bilden mit dem Ziel, eine möglichst zuverlässige und vorteilhafte Versorgung der Bevölkerung mit Geräten und Einrichtungen für den Gebrauch der modernen Energien sicherzustellen.

Diese Elektrogemeinschaft soll insbesondere auch darauf hinwirken, daß die Installateure und der Fachhandel mehr und mehr instand gesetzt werden, die Versorgung der Bevölkerung mit den genannten Geräten und Einrichtungen zu übernehmen.

§ 1. Aufgabe der Elektrogemeinschaft ist die gemeinschaftliche Werbung. Allgemeine Werbemaßnahmen sind nach Möglichkeit so zu gestalten, daß sie allen interessierten Mitgliedern der Elektrogemeinschaft die gleichen Möglichkeiten bieten.

Über die Kosten der Gemeinschaftswerbemaßnahmen ist von Fall zu Fall eine Verständigung herbeizuführen, wobei der Anteil des Werkes bemessen wird nach der besonderen Bedeutung, die die Werbung für die Förderung des Energieabsatzes hat.

§ 2. Beratungsstelle, Ausstellungsräume und Läden des Werkes sind für die allgemeinen Zwecke der Elektrogemeinschaft dienstbar zu machen, und zwar in der Regel für die interessierten Mitglieder kostenfrei, in besonders gelagerten Fällen gegen Übernahme eines angemessenen Kostenanteils.

§ 3. Bei Maßnahmen zur Absatzfinanzierung auf Teilzahlung muß den interessierten Mitgliedern der Elektrogemeinschaft Gelegenheit zur Beteiligung gegeben werden. Dabei ist eine Regelung zu erstreben, die eine möglichst geringe Zinsbelastung des Abzahlungsgeschäfts und eine gerechte Verteilung der Risiken verbürgt.

§ 4. Wenn Einkaufs- und Verkaufsgemeinschaften gebildet werden, muß allen interessierten Mitgliedern der Elektrogemeinschaft Gelegenheit zur Beteiligung gegeben werden.

§ 5. Wenn das EW ein Gerät unmittelbar verkauft, hat es einen angemessenen Teil des Unterschiedes zwischen Einkaufs- und Verkaufspreis in die Kasse der Elektrogemeinschaft einzuzahlen, dessen Errechnung und Verwendung in der Satzung der Elektrogemeinschaft bestimmt wird.

§ 6. Es wird anerkannt, daß die Ausführung von Installationsarbeiten vom Ende des Hausanschlusses ab in der Regel Sache der Elektro-Installateure ist. Die Elektrizitätswerke werden ihre Installationstätigkeit in angemessener Zeit einstellen, soweit sie nicht mit Rücksicht auf die Instandhaltung des Netzes, den Kundendienst oder den Energieabsatz erforderlich ist.

Diese Feststellung ist Sache der Elektrogemeinschaft. Kommt dort eine Einigung nicht zustande, so kann eine noch zu schaffende Schiedsstelle angerufen werden.

§ 7. Um ihre Mitglieder für den Vertrieb von Geräten und Einrichtungen für die modernen Energiearten jederzeit vollkommen leistungsfähig zu erhalten, wenden die Elektrogemeinschaften ihr besonderes Augenmerk der ständigen Aus- und Weiterbildung aller Beteiligten zu. Die Werke stellen hierfür ihre örtlichen und zentralen Schulungseinrichtungen zur Verfügung. Die Teilnahme an den einschlägigen Veranstaltungen wird den Mitgliedern der Elektrogemeinschaft zur Pflicht gemacht.

§ 8. Alle Maßnahmen der Elektrogemeinschaft müssen der Arbeitsbeschaffung und der Förderung der Energiewirtschaft dienen."

Aus diesen Richtlinien ist zu ersehen, daß jetzt an Stelle des Kampfes aller gegen alle der Gedanke der gemeinsamen Arbeit am Aufbau der deutschen Elektrizitätswirtschaft getreten ist. Es ist zu hoffen, daß dieser Geist der Zusammenarbeit sich überall so bewährt, daß die im § 6 vorgesehene Schiedsstelle überhaupt nicht in Tätigkeit zu treten braucht und daß auch auf allen Gebieten der deutschen Elektrizitätswirtschaft durch verständnisvolle Zusammenarbeit am weiteren Ausbau und Aufbau der deutschen Elektrizitätswirtschaft mitgearbeitet wird. *Wng.*

Digitized by Google

Die Einigung im deutschen Installationsgewerbe vollzogen.

Nach mehrfachen erfolglosen Verhandlungen fand am Sonntag, dem 20. VIII. 1933, unter der Leitung von Dr. Bernhard Endrucks eine Zusammenkunft zwischen dem Vorsitzenden des Reichsverbandes der Elektro-Installateure (V.E.I.), Herrn Gamer und dem Vorsitzenden des Reichsverbandes der Innungen, Herrn Jübermann statt. Es ergab sich bei dieser Besprechung, daß irgendwelche Gegensätze zwischen Innung und V.E.I. nicht mehr bestehen, sondern daß die Ziele der Organisationen die gleichen sind. Aus diesem Grunde wurde beschlossen, eine Einigung vorzunehmen, und es wurde folgendes Abkommen getroffen:

1. Der V.E.I. wird vom Pg. Gamer nach Grundsätzen der berufständischen Gliederung zu einer allumfassenden Organisation des deutschen Elektro-Handwerks umgebaut.
2. Im Hinblick darauf, daß der V.E.I. bereits die vom Reichsstand des deutschen Handwerks anerkannte Einheitsorganisation ist, nimmt Pg. Jübermann mit dem heutigen Tage die Überführung der Innungen des Reichsinnungsverbands in die Reichsorganisation vor.
3. Es werden nunmehr sämtliche Verhandlungen mit Reichsbehörden nur noch vom Pg. Gamer geführt.
4. Das Ziel ist, örtlich einheitliche Organisationen des Elektro-Installateur-Handwerks in Gestalt von Zwangsinnungen mit Beschleunigung zu schaffen. Bei der diesem Zweck dienenden Umgestaltung bestehender örtlicher Organisationen und bei Zusammenlegung bestehender Innungen und Ortsgruppen des V.E.I. ist die Führung und die finanzielle Organisation entsprechend den Richtlinien und Grundsätzen der Reichsorganisationen neu zu regeln.
5. Das Abkommen tritt mit dem heutigen Tage in Kraft

Reichsverband des Deutschen Elektro-Installateur-Gewerbes e. V. (V.E.I.)
gez.: Gamer,
1. Vorsitzender.

Reichsverband der Deutschen Elektro-Innungen e. V.
gez.: Jübermann,
1. Vorsitzender.

Berlin, den 20. VIII. 1933.

Es ist zu hoffen, daß dieser Zusammenschluß im Installateurgewerbe dazu beiträgt, daß der Installateurstand bald die führende Stellung einnimmt, die ihm innerhalb der Elektrizitätswirtschaft gebührt. *Wng.*

Die Folgen der gegenseitigen Induktion bei Dreiphasen-Luftdrosselspulen.

Von Dr.-Ir. H. G. Nolen, Nijmegen.

Übersicht. Die drei Luftdrosselspulen, die zusammen eine Dreiphaseneinheit bilden, sind nicht voneinander unabhängig. Zumal bei Aufstellung der Spulen aufeinander hat die gegenseitige Induktion wesentlichen Einfluß. Die Formeln für die gesamten Spulenspannungen bei verschiedenen Aufstellungsweisen werden abgeleitet und es wird der Einfluß der gegenseitigen Induktion (G.I.) auf die gesamte Reaktanz und auf die Energiekomponente der Spannung untersucht. Bei unsymmetrischen Aufstellungen ruft die G.I. eine merkwürdige Energietransformierung zwischen den Phasen hervor. Es wird über Messungen an solchen Drosselspulen berichtet und das Spannungsdiagramm gezeigt. Schließlich wird noch auf die Folgen der G.I. bei verschiedenen Kurzschlußfällen hingewiesen.

Die in Dreiphasennetzen zur Begrenzung des Kurzschlußstromes verwendeten Luftdrosselspulen bestehen aus drei neben- oder aufeinander aufgestellten Einphasenspulen, die je in Reihe mit einer Phase geschaltet sind. Wenn die Betriebspannung nicht sehr hoch ist, wird der Abstand zwischen den drei Spulen ziemlich klein genommen, damit die Spulen nicht einen allzugroßen Raum beanspruchen. Die Spulen sind dann mehr oder weniger magnetisch gekuppelt, sie sind nicht mehr ganz unabhängig voneinander, außer den reinen Selbstinduktionsspannungen werden in den Spulen auch Spannungen durch gegenseitige Induktion[1] induziert. Wenn man die Folgen dieser G.I. untersucht, so ergeben sich einige merkwürdige Tatsachen, über die meines Wissens bisher noch nicht berichtet worden ist.

Ich möchte die drei in der Praxis vorkommenden Aufstellungsweisen untersuchen:

I. Die Spulen werden symmetrisch auf einer Ebene aufgestellt, d. h. so, daß die drei Achsen die Kanten eines gleichseitigen Prismas bilden.
II. Die Spulen werden in einer Reihe auf einer Ebene aufgestellt, u. zw. so, daß die mittlere Spule sich in gleichem Abstand von den beiden anderen befindet.
III. Die Spulen werden mit gemeinschaftlicher Achse aufeinander gestellt, die mittlere Spule befinde sich hierbei wieder in gleichen Abständen von den beiden anderen.

Damit die allgemeine Formulierung in allen drei Fällen verwendet werden kann, nehmen wir an, daß immer zwei Spulen, u. zw. die äußersten bei den Aufstellungen II und III einander genau gleich sind, also denselben S.I.-Koeffizienten L und denselben Wechselstromwiderstand r besitzen, während die dritte — bei II und III die mittlere — die Konstanten L' und r' besitzt. Außerdem nehmen wir an, daß die drei Spulen von einem System gleichgroßer Ströme I_1, I_2, I_3 gespeist werden, und daß die Ströme Phasenverschiebungen von genau 120 ° aufweisen. Die Indexziffern der Ströme deuten auch die Phasenfolge an. Wir nennen M den Koeffizienten der G.I. zweier benachbarter Spulen und M' jenen der beiden äußersten Spulen.

Bei Aufstellung I werden die Windungszahlen der drei Spulen einander gleich genommen, es sind dann $L = L'$ und $r = r'$, während außerdem $M = M'$ ist. Dieser Fall ist also ein Sonderfall, der ohne weiteres aus den allgemeinen Formeln hervorgehen muß.

Die gesamte Gegenspannung $\mathfrak{U}_1$ der Spule 1 stellt sich aus dem Ohmschen Spannungsverlust $\mathfrak{U}_{1r}$ und den in 1 von den Strömen $\mathfrak{I}_1$, $\mathfrak{I}_2$ und $\mathfrak{I}_3$ induzierten Spannungen $\mathfrak{U}_{11}$, $\mathfrak{U}_{12}$ und $\mathfrak{U}_{13}$ zusammen. Es ist also:

$$\mathfrak{U}_1 = \mathfrak{U}_{1r} + \mathfrak{U}_{11} + \mathfrak{U}_{12} + \mathfrak{U}_{13};$$

ähnliche Formeln gelten für $\mathfrak{U}_2$ und $\mathfrak{U}_3$.

Setzt man in diesen Formeln ein:

$$\mathfrak{U}_{1r} = -r\,\mathfrak{I}_1;\ \mathfrak{U}_{11} = -j\omega L\,\mathfrak{I}_1;\ \mathfrak{U}_{12} = -j\omega M\,\mathfrak{I}_2;\ \mathfrak{U}_{13} = -j\omega M'\,\mathfrak{I}_3,$$

so ergibt sich:

$$\mathfrak{U}_1 = -r\,\mathfrak{I}_1 - j\omega\,(L\,\mathfrak{I}_1 + M\,\mathfrak{I}_2 + M'\,\mathfrak{I}_3)$$

und ähnlich für $\mathfrak{U}_2$ und $\mathfrak{U}_3$. Da die Ströme denselben algebraischen Wert haben, jedoch 120 ° Phasenverschiebung aufweisen, kann man in diesen Gleichungen jedesmal zwei Ströme durch den dritten ausdrücken, und erhält dann:

III g
$$\mathfrak{U}_1 = \left[\left\{-r - \omega\,\frac{1}{2}\sqrt{3}\,(M - M')\right\} - j\omega\left\{(L - \frac{1}{2}(M + M')\right\}\right]\mathfrak{I}_1 \quad (1)$$

$$\mathfrak{U}_2 = \left[-r' - j\omega\,(L' - M)\right]\mathfrak{I}_2 \quad (2)$$

$$\mathfrak{U}_3 = \left[\left\{-r + \omega\,\frac{1}{2}\sqrt{3}\,(M - M')\right\} - j\omega\left\{L - \frac{1}{2}(M + M')\right\}\right]\mathfrak{I}_3 \quad (3)$$

Die abweichende Form der zweiten Gleichung rührt natürlich von der Gleichheit der Induktionswirkungen der äußersten Spulen auf die mittlere her.

[1] Selbstinduktion und Gegeninduktion sind weiterhin mit S. I. und G. I. bezeichnet.

Digitized by Google

Diese Formeln (1) ··· (3) sind gültig, wenn die Spulen aufeinander stehen und gleiche Wickelrichtung haben (Fall III g). Es induzieren dann Ströme derselben Richtung und Phase in den drei Spulen durch S.I. und G.I. Spannungen derselben Phase.

Bei aufeinandergestellten Spulen gibt man meistens, aus nachher noch zu besprechenden Gründen, der mittleren Spule die entgegengesetzte Wickelrichtung. Man kann diesem Umstande in den Formeln Rechnung tragen, indem man die Zeichen der von M abhängenden Spannungen umkehrt, jene der mit M' gebildeten Spannungen jedoch beibehält (Fall III e). Es gelten dann die Formeln:

$$\text{III e}\begin{cases} \mathfrak{U}_1 = \left[\left\{-r+\omega\frac{1}{2}\sqrt{3}\,(M+M')\right\} - j\,\omega\left\{L+\frac{1}{2}\,(M-M')\right\}\right]\mathfrak{J}_1 & (4)\\ \mathfrak{U}_2 = \left[-r'-j\,\omega\,(L'+M)\right]\mathfrak{J}_2 & (5)\\ \mathfrak{U}_3 = \left[\left\{-r-\omega\frac{1}{2}\sqrt{3}\,(M+M')\right\} - j\,\omega\left\{L+\frac{1}{2}\,(M-M')\right\}\right]\mathfrak{J}_3 & (6)\end{cases}$$

Haben die Spulen gleiche Wickelrichtung, aber sind dieselben nebeneinandergestellt, dann muß man die Zeichen der Spannungen der G.I. denjenigen der S.I. entgegengesetzt nehmen (Fall II). Die Formeln (1) ··· (3) gehen dann über in:

$$\text{II}\begin{cases} \mathfrak{U}_1 = \left[\left\{-r+\omega\frac{1}{2}\sqrt{3}\,(M-M')\right\} - j\,\omega\left\{L+\frac{1}{2}\,(M+M')\right\}\right]\mathfrak{J}_1 & (7)\\ \mathfrak{U}_2 = \left[-r'-j\,\omega\,(L'+M)\right]\mathfrak{J}_2 & (8)\\ \mathfrak{U}_3 = \left[\left\{-r-\omega\frac{1}{2}\sqrt{3}\,(M-M')\right\} - j\,\omega\left\{L+\frac{1}{2}\,(M+M')\right\}\right]\mathfrak{J}_3 & (9)\end{cases}$$

Für die symmetrische Aufstellung I, die als Sonderfall der vorhergehenden Anordnung II aufzufassen ist, gilt:

$$\text{I}\begin{cases} \mathfrak{U}_1 = [-r-j\,\omega\,(L+M)]\,\mathfrak{J}_1 & (10)\\ \mathfrak{U}_2 = [-r-j\,\omega\,(L+M)]\,\mathfrak{J}_2 & (11)\\ \mathfrak{U}_3 = [-r-j\,\omega\,(L+M)]\,\mathfrak{J}_3 & (12)\end{cases}$$

Die gesamte Spannung jeder Spule ist also in allen diesen Gleichungen zerlegt in einen Teil in Phase mit dem Strom in der entsprechenden Spule (reellen Teil) und in einen um 90 ° nacheilenden Teil (imaginären Teil). In dem Diagramm, dessen Vektorgrößen den an einer bestimmten Spule vorgenommenen Messungen entsprechen, ist dieselbe Zerlegung durchgeführt, nur sind hier die Spannungsbezeichnungen beibehalten. Die Spannungskomponenten in der Richtung der Ströme sind mit dem Index r, diejenigen senkrecht zum Strome mit dem Index x bezeichnet.

Aus Formeln und dem Diagramm Abb. 1 geht deutlich hervor, daß durch die G.I. die gesamte Reaktanzspannung jeder Spule nicht mehr mit der eigenen S.I.-Spannung übereinstimmt, während der reelle Teil der Spannung bei den unsymmetrischen Anordnungen nicht mehr dem Ohmschen Spannungsverlust entspricht, sondern größer oder kleiner sein kann. Da dieser reelle Teil der Spannung, mit dem Strom multipliziert, der an einer Spule gemessenen Energie entspricht, wird diese Energiemenge bei unsymmetrischen Anordnungen auch nicht mehr mit der Jouleschen Wärme übereinstimmen. Betrachten wir zuerst den Einfluß der G.I. auf die gesamten Reaktanzspannungen. Bei der Aufstellung I, der symmetrischen Aufstellung, wird in jeder Spule der S.I.-Koeffizent L um denselben Betrag M von der G.I. verstärkt. Bei Aufstellung II wird in der mittleren Spule L' um M vergrößert, in den beiden anderen L um $\frac{1}{2}(M+M')$. Bei diesen beiden Anordnungen sind M und M' verhältnismäßig klein, es wird die S.I. nur um einige Prozente vergrößert erscheinen. Bei Aufstellung III hingegen sind M' und zumal M verhältnismäßig groß (z. B. etwa 5 bzw. 20 % von L), der Einfluß der G.I. ist hier also viel wichtiger.

Bei III g wird in allen Spulen die S.I. von der G.I. geschwächt, u. zw. um M in der mittleren, um $\frac{1}{2}(M+M')$ in den äußersten Spulen. Um eine gewisse Drosselwirkung zu bekommen, würde man also bei dieser Anordnung Spulen verwenden müssen, die eine größere S.I., also eine größere Windungszahl besitzen, als wenn die Spulen unabhängig voneinander, also ohne G.I. aufgestellt wären.

Bei III e hingegen wird die S.I.-Wirkung überall von der G.I. unterstützt, am meisten in der mittleren Spule, wo L' um M vergrößert erscheint, aber auch in den beiden anderen Spulen, weil $M-M'$ immer positiv ist. In diesen beiden Spulen wird aber L nur um $M-M'$ vergrößert, also wesentlich weniger als in der mittleren. Man wird hier also L' ziemlich viel kleiner als L machen müssen, damit die gesamte Reaktanzspannung in den drei Phasen etwa gleich groß werde, u. zw. muß $L'+M=L+\frac{1}{2}(M-M')$ sein oder: $L'=L-\frac{1}{2}(M+M')$. Man erreicht diese kleinere S.I. der mittleren Spule, indem man ihr etwas weniger Windungen gibt.

Es ist also einleuchtend, daß die Anordnung III e der Aufstellung III g überlegen ist, da man bei ersterer mit erheblich weniger Material und Verlusten auskommt. Außerdem ist bei III e die Kraftwirkung günstiger.

Am merkwürdigsten bei der ganzen Sache ist der reelle Teil der Formeln, über den wir jetzt sprechen wollen. Nur bei der symmetrischen Aufstellung [Fall I, Formeln (10) ··· (12)] verschwindet in allen drei Spulen die durch G.I. hervorgerufene reelle Spannungskomponente. Nur bei dieser Anordnung würde also die an den drei einzelnen Spulen gemessene Energie mit der vom Widerstand bestimmten Jouleschen Wärme übereinstimmen. Bei den anderen Anordnungen jedoch trifft das nur für die mittlere Spule zu; eine der beiden anderen jedoch wird eine um so viel größere Energie aufnehmen wie die andere eine kleinere, es findet also Energietransformierung statt.

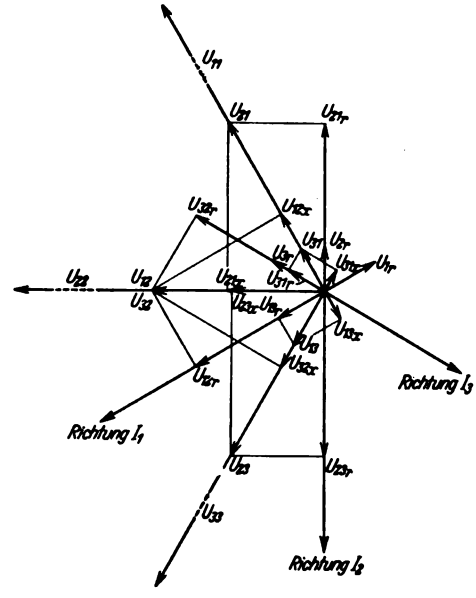


Abb. 1.

Bei den Aufstellungen II und III g ist der Betrag dieser transformierten Energie

$$\omega\frac{1}{2}\sqrt{3}\,(M-M')\,I^2,$$

bei der Aufstellung III e

$$\omega\frac{1}{2}\sqrt{3}\,(M+M')\,I^2.$$

Bei den Anordnungen III sind M und M' viel größer als bei II. Bei letzterer ist der Unterschied in den Energiebeträgen der einzelnen Spulen noch recht gut nachzuweisen; bei III und zumal bei III e ist der Einfluß des von M und M' herrührenden Gliedes r gegenüber so groß, daß die Energiebeträge der Spulen 1 und 3 meistens entgegengesetztes Zeichen haben! Die Energietransformierung findet eigentlich nicht direkt zwischen den Spulen 1 und 3 statt, sondern durch Vermittlung der Spule 2, wie aus Abb. 1 deutlicher als aus den Endformeln hervorgeht. Spule 3 z. B. nimmt Energie aus dem Netz und transformiert einen Teil in 2, aber 2 transformiert die gleiche Energiemenge wieder in 1; diese letzte Spule kann dann mit dieser Energie ihre eigenen Verluste teilweise decken, oder aber es bleibt noch Energie übrig, die in die Phase 1 des Netzes zurückgeliefert wird[2].

[2] Mehr oder weniger ähnliche Erscheinungen sind bekannt bei der Verlegung von drei Einphasenkabeln in einer Reihe und bei leerlaufenden Dreiphasentransformatoren.

Digitized by Google

Es sei noch darauf hingewiesen, daß bei den Aufstellungen III die Umkehrung der Wickelrichtung der mittleren Spule auch die Umkehrung des Energieflusses herbeiführt, während außerdem die Größe der transformierten Energie sich ändert. Die Richtung der Energieumwandlung hängt natürlich mit der Phasenfolge zusammen, Verwechslung der Spulen 1 und 3 in der Phasenfolge wird auch die Rollen der energieaufnehmenden und -abgebenden Spulen umkehren.

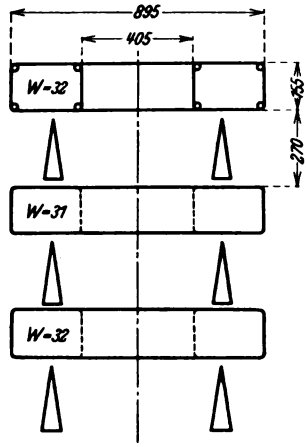


Abb. 2.

Schließlich können wir noch bemerken, daß, mit Ausnahme der symmetrischen Anordnung, an den beiden äußersten Spulen bei gleicher Windungszahl immer etwas verschiedene Spannungen gemessen werden müssen. Obwohl der reelle Teil der Spannung gegenüber dem imaginären nicht groß ist, wird doch die Verschiedenheit des ersteren bei den Spulen 1 und 3 eine Differenz in den gesamten Impedanzspannungen bedingen.

Ein **Beispiel** kann am besten zeigen, wie groß praktisch die Folgen der G.I. sind. Es wurden Messungen an einer Dreiphasendrossel für 400 A, 75 V je Phase vorgenommen. Die drei Spulen waren aufeinander gestellt, die wichtigsten Abmessungen und die Windungszahlen[3] sind aus Abb. 2 ersichtlich. Wenn jedesmal nur eine Spule einen Strom von 400 A führte, waren die S.I.-Spannungen der Spulen 1, 2, 3: 69, 65, 70 V, die Verluste 1525, 1465, 1560 W. Wurden die drei Spulen jedoch mit einem System von Dreiphasenströmen gespeist (408, 369, 400 A) mit entgegengesetzter Wickelrichtung der Spule 2, so waren die Energiebeträge: — 4025, + 1385, + 7000 W. Der Gesamtbetrag, 4360 W, stimmt mit dem, welchen man für diese Stromstärken aus den Einphasenmessungen berechnen kann (4390 W), überein, er muß natürlich der gesamten Verlustmenge gleich sein. Die völlig anderen, ja teilweise negativen Werte der Teilbeträge für die drei Spulen würden uns ohne die vorigen Betrachtungen lebhaft in Erstaunen versetzen! Wir können diesen Zahlen die Tatsache entnehmen, daß etwa 5,5 kW aus der Phase 3 in die Phase 1 transformiert werden. So merkwürdig diese Erscheinung ist, soll doch darauf hingewiesen werden, daß diese Menge nur etwa 2,5 ‰ der gesamten im Netz (von 3000 V) bei 400 A übertragenen kVA entspricht.

Die verschiedenen Spannungen, die zusammen die gesamten Spulenspannungen bilden, kann man auf einfache Weise ermitteln, indem man jedesmal nur eine Spule speist und die in der Spule selbst und den anderen Spulen induzierten Spannungen mißt. Die Spannungen U_{1r}, U_{2r}, U_{3r} folgen aus den Einphasen-Verlustmessungen.

In Zahlentafel 1 sind die verschiedenen gemessenen Spannungen aufgenommen, die Hauptzahlen gelten für 400 A, die Werte in Klammern gehören zum Stromsystem 408, 369, 400 A. Im Diagramm sind die verschiedenen Teilspannungen für dasselbe Stromsystem aufgezeichnet.

Zahlentafel 1.

U_{11} = 69 (70,3)	U_{12} = 12,72 (11,73)	U_{13} = 3,58 (3,58)
U_{22} = 65 (60)	U_{23} = 12,56 (12,56)	U_{21} = 12,80 (13,05)
U_{33} = 70 (70)	U_{31} = 3,42 (3,49)	U_{32} = 12,60 (11,62)
U_{1r} = 3,80 (3,89)	U_1 = (75,2)	
U_{2r} = 3,66 (3,37)	U_2 = (71,6)	
U_{3r} = 3,90 (3,90)	U_3 = (75).	

Die S.I.-Spannungen, die viel größer sind als die G.I.-Spannungen, sind unterbrochen, also nicht im wahren Maß gezeichnet. Die Zerlegung der Spannungen ist einfachheitshalber geschehen, als wären die Phasenverschiebungen zwischen den Phasenströmen genau 120 °; der kleinen Unsymmetrie des Systems der aufgedrückten Ströme wegen sind diese Winkel in Wirklichkeit um einige Grade von 120 ° verschieden. Wenn man aus den Teilspannungen die Gesamtspannungen berechnen will, muß man dieser kleinen Abweichung wohl Rechnung tragen.

Man kann der Zahlentafel 1[4] entnehmen, daß die gesamte Impedanzspannung der äußersten Spule der G.I. zufolge etwa 7 % größer ist als beim Einphasensystem, diejenige der mittleren Spule etwa 20 %. Natürlich hängen diese Zahlen mit der Entfernung und Größe der Spulen zusammen. Für die gesamten reellen Spannungen in den drei Phasen kann man berechnen: — 9,44, + 3,81, + 17,05 V. Diesen Spannungen entsprechen Energiebeträge von — 3830, + 1410, + 6820 W, die ziemlich gut mit den gemessenen Werten übereinstimmen, zumal wenn man sich der Schwierigkeit genauer Wattmetermessungen bei diesen großen Phasenverschiebungen und so großen Luftfeldern bewußt ist.

Es würde zu viel Platz beanspruchen, auch die Diagramme für gleiche Wickelrichtung aller Spulen (III g) und für die Aufstellung nebeneinander (II) zu zeichnen. Selbstverständlich würden diese die schon aus den Formeln ersichtlichen Eigentümlichkeiten zeigen. Ich gebe also nur einige Zahlen: Bei III g und Stromsystem 397, 441, 401 A sind die Gesamtspannungen 61, 57,3, 61,5 V; die S.I. würden bei diesen Strömen 68,6, 71,4, 70 sein, die beträchtliche Schwächung durch die G.I. (um etwa 10 % für die äußersten Spulen, 20 % für die mittlere Spule) ist also einleuchtend. Die Energiebeträge sind + 5030, + 1465, — 1845 W, die transformierte Energie (von Phase 1 nach Phase 3) also etwa 3,4 kW.

Bei Aufstellung II ändern sich natürlich die G.I.-Spannungen ganz wesentlich. (Zwei benachbarte Spulen induzieren z. B. nur noch etwa 2 V ineinander, zwei äußerste Spulen fast gar nichts.) Beim Stromsystem 406, 404, 400 A waren die Gesamtspannungen 73, 67,7, 72 V, diejenigen der S.I. würden 70, 65,6, 70 sein. Die Energiebeträge sind + 1130, + 1510, + 1856 W, die transformierte Energie also nur etwa 0,36 kW. Die Folgen der unsymmetrischen G.I. sind also noch in der Energieverteilung nachzuweisen, während die Impedanzspannungen nur wenig mehr von der G.I. beeinflußt zu sein scheinen.

Man könnte natürlich aus den gemessenen Spannungen die Induktionskoeffizienten berechnen und dann mit den zuerst abgeleiteten Formeln weiter arbeiten. Obwohl die Formeln mit den I.K. mir am geeignetsten erscheinen, um die Erscheinungen grundsätzlich zu deuten, ist es doch für Berechnungen mit Hilfe der Diagramme mehr angebracht, mit den Spannungen selber zu arbeiten. Darum sind bei dem Zahlenbeispiel die I.K. nicht berechnet.

Beim Entwurf von Dreiphasen-Luftdrosselspulen soll den Erscheinungen der G.I. unbedingt Rechnung getragen werden. Die theoretisch merkwürdige Energietransformierung ist zwar praktisch ohne große Bedeutung, aber der Einfluß der G.I. auf die Reaktanzspannungen darf nicht vernachlässigt werden. Wenn man eine gewisse gesamte Reaktanzspannung erreichen will, müssen die Spulen für eine etwas kleinere oder größere Selbstinduktion — je nach Aufstellung und Wickelrichtung — berechnet werden. Die dazu erforderliche Windungskorrektur ist, ausgenommen bei der symmetrischen Aufstellung, für die mittlere und die beiden äußeren Spulen verschieden. Die von der G.I. erregten Spannungen können z. B. nach den Formeln von Hak[5] berechnet werden; sind diese Spannungen gefunden, so kann man leicht nach den von mir gegebenen Formeln oder mit Hilfe eines Diagrammes die S.I.-Spannungen bestimmen, für welche die drei Spulen berechnet werden müssen.

Bei der Bestimmung der bei Kurzschlüssen auftretenden Ströme muß man der Tatsache Rechnung tragen, daß die von den Spulen abgedrosselten Spannungen etwas verschieden sind, je nachdem sie von einem Dreiphasen-Stromsystem durchflossen werden oder nur eine bzw. zwei Spulen Strom führen, denn die Spannung jeder Spule ist nicht nur vom eigenen Strom und seiner S.I., sondern auch von den anderen Strömen und der G.I. abhängig. Der Unterschied, der natürlich wieder am größten ist bei den aufeinander gestellten Spulen, kann an Hand der vorgehenden Betrachtungen leicht bestimmt werden.

[3] Die Reaktanzspannungen würden mit 30 Windungen in der mittleren Spule einander besser gleich gewesen sein.

[4] Es ist aus den Zahlen ohne weiteres ersichtlich, daß den Messungen kleine Fehler anhaften; so sollte z. B. $E_{21} = E_{12}$ sein, usw. Genaue Messungen werden von den großen Luftfeldern selbst in ziemlich großer Entfernung sehr erschwert. Außerdem sieht man, daß die Voraussetzungen nicht alle genau zutrafen, z. B. ist E_{21} nicht genau gleich E_{23}. Die Abweichungen sind jedoch nicht wesentlich.

[5] J. Hak, ETZ 1929, S. 193; 1930, S. 1489.

Digitized by Google

Zusätzliche Streuung in Transformatoren.

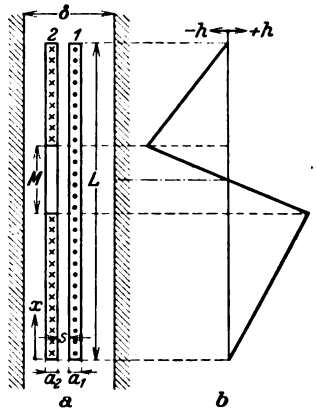
(Mitteilung aus dem Elektrotechnischen Institut der T. H. Karlsruhe.)

Von F. Heiles, Karlsruhe.

Übersicht. In Anlehnung an die in früheren Arbeiten[1] durchgeführten Untersuchungen über zusätzliche Verluste in Transformatoren, die durch das Abschalten von Wicklungsteilen verursacht sind, werden die zusätzlichen Streuungserscheinungen untersucht, die auf der gleichen Ursache beruhen. Für die verschiedenen praktisch vorkommenden Wicklungsanordnungen werden Formeln zur Berechnung der zusätzlichen Streuinduktivität angegeben.

Bei den gebräuchlichen Formeln für die Berechnung der Streuung von Transformatoren mit Zylinderwicklung wird vorausgesetzt, daß die Längen der primären und sekundären Wicklung einander gleich sind, und auch die Verteilung der Windungen über die ganze Wicklungslänge gleichmäßig ist. Diese symmetrische Anordnung der Wicklungen ist schon mit Rücksicht auf die Kurzschlußfestigkeit immer anzustreben, läßt sich aber in vielen Fällen nicht vollständig erreichen. Besonders bei Transformatoren mit Anzapfungen ist es ohne Anwendung besonderer Hilfsmittel nur bei einer Schaltstufe möglich, einen symmetrischen Aufbau zu erzielen; bei den anderen Stufen ist im Strombelag einer Wicklung eine Lücke vorhanden.

Jede Unsymmetrie in der Wicklungsanordnung hat aber zusätzliche magnetische Felder zur Folge, die in der eisernen Kastenwand von Öltransformatoren und auch in eisernen Konstruktionsteilen zusätzliche Verluste hervorrufen[1]. Außer den zusätzlichen Verlusten treten aber bei unsymmetrischer Wicklungsanordnung bekanntlich auch zusätzliche Streuungserscheinungen auf. Von Richter ist bereits gezeigt worden[2], wie man diese zusätzliche Streuung rechnerisch erfassen kann, und für einen besonderen Fall (Anordnung der Schaltwindungen in der Mitte der Wicklungshöhe) eine Näherungsgleichung angegeben worden, welche das Verhältnis des zusätzlichen Streu-Blindwiderstandes zum Streu-Blindwiderstand bei symmetrischer Wicklung angibt. Da es wünschenswert erscheint, auch für andere praktisch vorkommende Anordnungen der Schaltwindungen die Größe des zusätzlichen Streu-Blindwiderstandes zu kennen, seien hier alle Fälle betrachtet, für welche auch die zusätzlichen Verluste berechnet wurden[1].



a Strombelag b zusätzliches Querfeld

Abb. 1. Schaltwindungen in der Mitte einer Wicklung.

Abb. 1 a zeigt die Spulenseiten einer Zylinderwicklung im Querschnitt zwischen dem Eisenkern und der Kastenwand. Die Wicklung 2 hat in der Mitte einen abgeschalteten Wicklungsteil, der also stromlos ist. Wie früher gezeigt wurde[1], ist in diesem Falle außer dem Streufeld der symmetrischen Anordnung noch ein zusätzliches radial verlaufendes „Querfeld" vorhanden, das längs der Wicklung etwa den in Abb. 1 b dargestellten Verlauf hat. Wenn man vom Vorzeichen der Feldstärke absieht, so ist der Verlauf der Feldstärke von der Mitte der Wicklung ab nach oben und unten symmetrisch. In jeder Hälfte sind zwei Bereiche vorhanden, in denen die Feldstärke nach einem besonderen Gesetz verläuft.

Wenn w_1 die Windungszahl der Wicklung 1 (Abb. 1) bedeutet, so kann mit den Bezeichnungen nach Abb. 1 und der Kürzung $m = M/L$ als mittlerer Wert für die Feldstärke des Querfeldes im Bereich I $\left[0 \leq x < \frac{1}{2} L\,(1-m)\right]$ ungefähr gesetzt werden

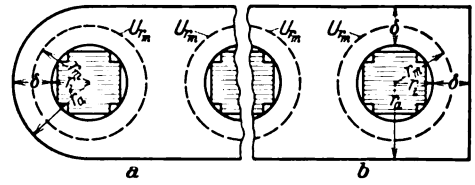
$$h = \frac{i_1 w_1 m}{2\delta} \cdot \frac{x}{\frac{1}{2} L\,(1-m)}, \qquad (1)$$

im Bereich II $\left[\frac{1}{2} L\,(1-m) \leq x \leq \frac{1}{2} L\right]$ dagegen

$$h = \frac{i_1 w_1 m}{2\delta} \cdot \frac{\frac{1}{2} L - x}{\frac{1}{2} L\, m}, \qquad (2)$$

wobei i_1 der Augenblickswert des Stromes in der Wicklung 1 ist.

Unter der Annahme, daß die Feldstärke des Zusatz-Streufeldes radial, diejenige des normalen Streufeldes axial gerichtet ist, stehen diese beiden Komponenten der gesamten Feldstärke senkrecht aufeinander. In diesem



a Halbrundkasten b Rechteckkasten

Abb. 2. Grundsätzliche Kastenformen.

Falle (aber auch nur dann!) ist die gesamte Feldenergie gleich der Summe der aus den Komponenten berechneten Energieanteile. Wir können also hier dem Querfeld und dem Hauptstreufeld je einen Anteil an der gesamten magnetischen Energie und damit auch der Streuinduktivität zuordnen.

Die durch das Querfeld verursachte zusätzliche Streuinduktivität L'_σ errechnet sich aus der magnetischen Energie zu[3]

$$L'_\sigma = 2\,\Pi_0\,\delta\,b \int_{x=0}^{x=\frac{1}{2}L} \left(\frac{h}{i}\right)^2 \mathrm{d}x\,; \qquad (3)$$

dabei bedeutet Π_0 die Permeabilität des leeren Raumes (der Luft) und b die (fiktive) Breite, auf der bei konstantem Abstand δ das Querfeld vorhanden sein müßte, damit die Energie und die Streuinduktivität die gleiche wäre, wie sie in Wirklichkeit bei dem veränderlichen Abstand vorhanden ist.

Die Breite b läßt sich mit hinreichender Genauigkeit aus Feldbildern bestimmen. Sie ist abhängig von dem Verhältnis δ/r_i (Abb. 2) und ist für einen Außenschenkel immer größer als für den Mittelschenkel. Wenn wir b auf den Kreisumfang U_{r_m} beziehen, der dem Radius $r_m = {}^1/_2(r_i + r_a)$ entspricht, so ergibt sich aus den Feldbildern[4], daß bei den praktisch vorkommenden Verhältnissen δ/r_i für b gesetzt werden kann:

bei Rechteckkästen (Abb. 2 b)

a) beim Außenschenkel $b \approx 0{,}70\,U_{r_m}$

b) beim Mittelschenkel $b \approx 0{,}52\,U_{r_m}$

bei Halbrundkästen (Abb. 2 a)

a) beim Außenschenkel $b \approx 0{,}75\,U_{r_m}$

b) beim Mittelschenkel $b \approx 0{,}52\,U_{r_m}$

Aus den Gl. (1 ··· 3) ergibt sich

$$L'_\sigma = \frac{1}{12}\,\Pi_0\,w_1^2\,\frac{b}{\delta}\,m^2\,L. \qquad (4)$$

Wie man aus Abb. 2 erkennt, ist der Abstand δ vom sog. Kernkreis aus gerechnet; bei den praktisch vorkommenden Ausführungsformen des Kernquerschnittes ist jedoch der wirkliche Abstand zwischen Kerneisen und Kastenwand immer etwas größer und demgemäß die zusätzliche Streuinduktivität etwas geringer, als sie sich nach Gl. (4) beim Einsetzen der oben angegebenen Werte für b ergibt.

Die normale Streuinduktivität bei symmetrischer Zylinderwicklung ist[5]

$$L_\sigma = \Pi_0\,w_1^2\,\frac{U_M}{L}\left(s + \frac{a_1 + a_2}{3}\right), \qquad (5)$$

[1] a) Heiles, Über zusätzliche Verluste in Transformatoren, VDE-Fachberichte 1929, Seite 71; Referat ETZ 1932, S. 892; b) Heiles, Über zusätzliche Verluste in Transformatoren, ETZ 1932, S. 883.

[2] Richter, Elektrische Maschinen, Band III, S. 63.

[3] Vgl. Richter, Elektrische Maschinen, Bd. III, S. 58.

[4] Für die Aufzeichnung der Feldbilder bin ich Herrn Dipl.-Ing. W. Laubenheimer zu Dank verpflichtet.

[5] Vgl. Richter, Elektrische Maschinen, Bd. III, Abschn. B 1.

Digitized by Google

wobei U_M angenähert gleich ist der mittleren Windungslänge U_m der beiden Wicklungen[6].

Das Verhältnis $v = L'_\sigma/L_\sigma$, das auch gleich ist dem Verhältnis des zusätzlichen relativen Streublindwiderstandes ε'_b zu dem normalen relativen Streublindwiderstand ε_b, ergibt sich nunmehr zu

$$v = \frac{\varepsilon'_b}{\varepsilon_b} = \frac{L'_\sigma}{L_\sigma} = \frac{1}{12}\,\frac{b}{U_M}\,\frac{M^2}{\delta\left(s + \frac{a_1 + a_2}{3}\right)}. \qquad (6)$$

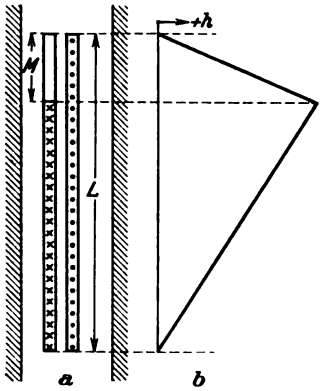
Da, wie schon erwähnt, der Wert b für Außen- und Mittelschenkel verschieden groß ist, so hat auch das Verhältnis v für den Mittelschenkel einen anderen Wert als für den Außenschenkel. Handelt es sich um grobe Überschlagsrechnungen, und kommt es nur auf den durchschnittlichen Wert des Verhältnisses v für den ganzen Transformator an, so kann man in Gl. (6) für das Verhältnis b/U_M etwa setzen

$$0{,}6 < b/U_M < 0{,}7,$$

im Mittel also etwa

$$b/U_M \approx 0{,}65,$$

wobei schon berücksichtigt ist, daß der wirkliche Eisenabstand etwas größer ist als der in Rechnung gesetzte Abstand δ zwischen Kernkreis und Kastenwand.



a Strombelag b zusätzliches Querfeld

Abb. 3. Schaltwindungen an einem Ende einer Wicklung.

Wenn die Anzapfungen an einem Ende liegen (Abb. 3 a), so entsteht etwa ein Querfeld, wie es in Abb. 3 b dargestellt ist[7]. Die Feldstärke nach Abb. 3 b erhält man aus derjenigen nach Abb. 1 b, wenn man dort die obere Hälfte des Bildes unterdrückt. Man erhält also für die Anordnung nach Abb. 3 die zusätzliche Streuinduktivität L'_σ, wenn man $2L$ an die Stelle von L und $2w_1$ an die Stelle von w_1 setzt und sodann von dem Ergebnis die Hälfte nimmt. Es ist also

$$L'_\sigma = \frac{1}{3}\,\Pi_0\, w_1^2\,\frac{b}{\delta}\, m^2 L. \qquad (7)$$

Die normale Streuinduktivität L_σ bleibt natürlich die gleiche wie bei der früher betrachteten Anordnung (Schaltwindungen in der Mitte). Für das Verhältnis v ergibt sich, wenn die Schaltwindungen an einem Ende liegen, demnach

$$v = \frac{\varepsilon'_b}{\varepsilon_b} = \frac{L'_\sigma}{L_\sigma} = \frac{1}{3}\,\frac{b}{U_M}\,\frac{M^2}{\delta\left(s + \frac{a_1 + a_2}{3}\right)}. \qquad (8)$$

Die beiden betrachteten Wicklungsanordnungen sind die gebräuchlichsten. Es sind aber auch noch andere Anordnungen möglich, bei denen die Schaltwindungen in zwei Gruppen unterteilt werden, die an verschiedenen Stellen der Wicklung angeordnet werden. Legt man die Schaltwindungen z. B. je zur Hälfte an das obere und untere Ende der Wicklung (Abb. 4), so ist der Verlauf des Feldes ähnlich wie bei der zuerst untersuchten Anordnung (Abb. 1). Die magnetische Energie des zusätzlichen Streufeldes hat in beiden Fällen den gleichen Wert, mithin auch die zusätzliche Streuinduktivität und das Verhältnis v.

Eine sehr günstige Anordnung hinsichtlich der zusätzlichen Verluste ist, wie früher gezeigt wurde[8], diejenige, bei welcher die Schaltwindungen je zur Hälfte in ¼ und ¾ der Wicklungshöhe angeordnet sind (Abb. 5). Der Feldverlauf ist hier so, daß das Bild der zuerst betrachteten Anordnung (Abb. 1) doppelt vorhanden ist. Man erhält L'_σ, wenn man $L/2$ an die Stelle von L und $w_1/2$ an die Stelle von w_1 einsetzt und dann das Ergebnis doppelt nimmt. Das ergibt

$$L'_\sigma = \frac{1}{48}\,\Pi_0\, w_1^2\,\frac{b}{\delta}\, m^2 L. \qquad (9)$$

[6] Vgl. Richter, Elektrische Maschinen, Bd. III, Abschn. B 1.
[7] Vgl. Fußnote 1 b).
[8] Vgl. Fußnote 1 b).

Die normale Streuinduktivität L_σ ist natürlich wieder unverändert geblieben. Das Verhältnis v wird demnach

$$v = \frac{\varepsilon'_b}{\varepsilon_b} = \frac{L'_\sigma}{L_\sigma} = \frac{1}{48}\,\frac{b}{U_M}\,\frac{M^2}{\delta\left(s + \frac{a_1 + a_2}{3}\right)}. \qquad (10)$$

Man erkennt, daß die Anordnung nach Abb. 5 nicht allein mit Rücksicht auf die zusätzlichen Verluste sehr günstig ist, sondern auch verhältnismäßig niedrige Werte für die zusätzliche Streuung ergibt.

Zum Schluß seien die Ergebnisse von Messungen mitgeteilt, die an zwei Transformatoren von je 1500 kVA Leistung vorgenommen wurden, um die Richtigkeit der Formeln nachzuprüfen. Die beiden Transformatoren waren gleichartig ausgeführt und besaßen Rechteckkästen nach Abb. 2 b; der abschaltbare Wicklungsteil lag an einem Ende der Wicklung (wie in Abb. 3). Die für die Berechnung der Streublindwiderstände erforderlichen Daten sind:

Länge der Wicklung	L =	90	cm,
Länge des abschaltbaren Wicklungsteils	M =	9,7	cm,
Radius des Kernkreises	r_i =	15	cm,
Abstand der Kastenwand von der Kernmitte	r_a =	27,5	cm,
„Eisenabstand" . . . . . $\delta = r_a - r_i$ =		12,5	cm,
mittlere Windungslänge U_m ($\approx U_M$) .	=	120	cm,
reduzierter Luftspalt zwischen den Wicklungen $s + \frac{a_1 + a_2}{3}$	=	3,25	cm.

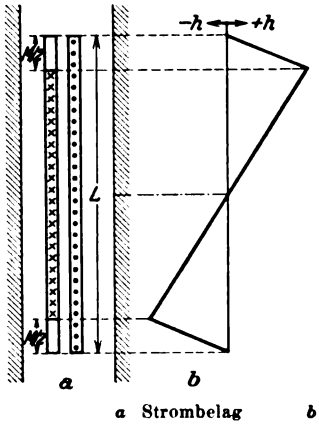
Setzen wir für das Verhältnis $b/U_M \approx b/U_m$ den mittleren Wert 0,65 ein, so ergibt sich nach Gl. (8)

$$v = \frac{\varepsilon'_b}{\varepsilon_b} = \frac{1}{3}\,0{,}65\,\frac{9{,}7^2}{12{,}5 \cdot 3{,}25} = 0{,}50.$$

Gemessen wurden bei beiden Transformatoren die relativen Streublindwiderstände zunächst bei gleichen Höhen der Primär- und Sekundärwicklung (der abschaltbare Wicklungsteil war eingeschaltet); diese Messung ergibt den Wert ε_b. Eine zweite Messung wurde vorgenommen, wenn der abschaltbare Wicklungsteil abgeschaltet, also stromlos war; sie liefert den Wert $\varepsilon_b + \varepsilon'_b$. Aus diesen Werten läßt sich das Verhältnis v bestimmen, das mit dem gerechneten Wert verglichen werden kann.

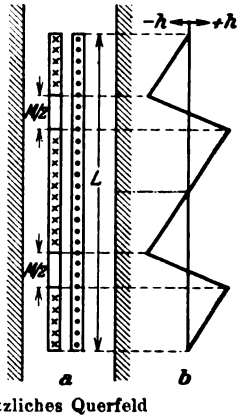
Meßergebnisse.

	Transformator I	Transformator II
ε_b	4,05 %	4,03 %
$\varepsilon_b + \varepsilon'_b$	5,88 %	6,05 %
$v = \frac{\varepsilon'_b}{\varepsilon_b}$	0,453	0,501



a Strombelag

Abb. 4. Schaltwindungen je zur Hälfte an den Enden einer Wicklung.



b zusätzliches Querfeld

Abb. 5. Schaltwindungen je zur Hälfte in ¼ und ¾ der Wicklungshöhe.

Die Unterschiede der beiden Transformatoren hinsichtlich des zusätzlichen Streublindwiderstandes sind wohl auf praktisch nicht zu vermeidende Unterschiede im Wicklungsaufbau zurückzuführen: Die Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der Rechnung und der Messung ist angesichts der ziemlich rohen Schätzungen, auf die man bei der Rechnung angewiesen ist, als gut zu bezeichnen.

Digitized by Google

Pflege und Überholung von Generatoren, Transformatoren und Schaltanlagen in Großkraftwerken*.

Von Dipl.-Ing. Schneider, Zschornewitz (Bez. Halle).

(*Schluß von S. 839.*)

Transformatoren.

Was nun für die Pflege der Generatoren eines großen Werkes in Frage kommt, gilt auch gleichfalls für die übrigen Großapparate, insbesondere für die Umspanner, Leistungschalter und Spannungswandler, weil bei diesen Apparaten immer die Gefahr eines Ölbrandes nahe liegt,

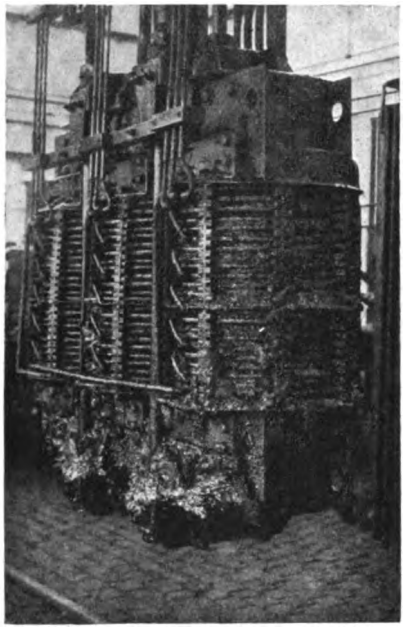


Abb. 4. Umspanner, infolge fehlender Ölpflege völlig verschlammt.

wenn ein Defekt im Innern des Apparates eintritt. Bei der Überwachung der Umspanner ist vor allen Dingen eine laufende Kontrolle der Ölzirkulation durch das Betriebspersonal von großer Wichtigkeit. Um diese Kontrolle zu erzwingen, ist es angebracht, ortsfest eingebaute Kontrolluhren anzubringen, wie überhaupt die Verwendung solcher Kontrolluhren, die ja keine allzu hohen und außerdem nur einmalige Ausgaben erfordern, an allen wichtigen elektrischen Apparaten zu empfehlen ist. Die dadurch zwangsmäßig vom Betriebspersonal vorzunehmenden Kontrollen haben sich durchaus bewährt, da viele Schäden dadurch schon in ihrem Anfangstadium entdeckt worden sind.

Was nun in bezug auf Schutzeinrichtungen zu sagen ist, so ist es wohl selbstverständlich, daß ein größerer Umspanner wie auch jeder Generator mit Differentialschutz, außerdem mit Maximaltemperaturmeldung nach der Schaltwarte und möglichst auch noch mit Buchholzschutz ausgerüstet sein sollte. Die Meldung der Maximalöltemperatur nach der Schaltwarte, die die Elektrowerke auch hier wieder mit 60 ° C mit Rücksicht auf die Baumwoll- und Preßspanisolation festgesetzt haben, ist schon deswegen erforderlich, weil die Belastbarkeit des Umspanners nicht nur vom Kupferquerschnitt, sondern im wesentlichen auch von den Temperaturen der Kühlmittel und der den Umspanner umgebenden Lufttemperatur abhängt, somit also im Sommer und Winter unterschiedlich ist. Eine regelmäßige und sorgfältige Prüfung aller Schutzeinrichtungen auf ihr zuverlässiges Arbeiten muß mindestens alle halben, spätestens aber alle Jahre erfolgen.

Selbstverständlich ist auch bei allen Umspannern, selbst kleinster Type, eine laufende, sorgfältige Ölkontrolle notwendig, u. zw. sollten die Öle zweckmäßig regelmäßig nach 4000 ··· 6000 Betriebstunden in bezug auf Wassergehalt, Durchschlagsfestigkeit, Verseifungszahl und Säurezahl geprüft werden, andernfalls erlebt man unliebsame Überraschungen. Der in Abb. 4 wiedergegebene Umspanner stammt aus einem Betriebe, der sich mit der Ölpflege früher überhaupt nicht befaßt hatte und deshalb sehr üble Erfahrungen machen mußte. Die Wicklung des Umspanners war vollkommen verschlammt. Zwischen den einzelnen Spulen hatte sich bereits fester Ölkoks gebildet, so daß eine Kühlung durch das Öl überhaupt nicht mehr erfolgen konnte. Die Folge davon war ein Windungsschluß, der neben der Zerstörung der inneren Wicklungsteile auch noch einen schweren Eisenbrand mit sich gebracht hat.

Ölschalter, die häufig benutzt werden, sollten regelmäßig alle halben Jahre, solche, die weniger benutzt werden, spätestens alle Jahre untersucht werden. Sitz der Kontakte, Verschleiß derselben und ordnungsgemäßes Funktionieren des Gestänges sowie gleichmäßiges Hereingehen der Kontakte sind sorgfältigst zu prüfen, weil ja beispielsweise das Gestänge eingerostet sein kann und dann der Schalter u. U. versagt. In Entstehung begriffene Fehler lassen sich oftmals schon bei Revisionen feststellen.

Eine viel zu geringe Beachtung hat man bisher der Kontrolle von Spannungs- und Stromwandlern geschenkt. Gerade diese Apparate, insbesondere die Spannungswandler, sind wegen ihrer außerordentlich geringen Kupferquerschnitte einer größeren Beanspruchung unterworfen als sehr viele Umspanner. Der Ölerneuerungs- und Öluntersuchungsfrage von derartigen Apparaten sollte ganz besondere Sorgfalt geschenkt werden, weil beispielsweise saures, gealtertes Öl die Baumwollisolation der Hochvoltwicklung zerstört und zu Windungschlüssen mit ihren unangenehmen Folgen führt. Weiterhin sind gerade bei diesen Apparaten die Ölstände immer wieder nachzuprüfen, weil in den meisten Fällen infolge Fehlens eines Ölkonservators die schon allein für Temperaturwechsel notwendige Ölreserve fehlt.

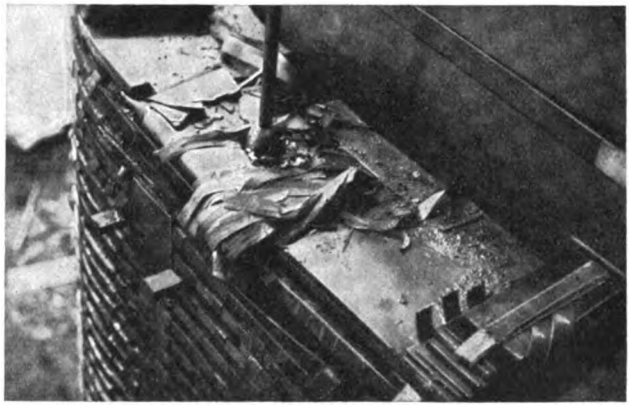


Abb. 5. Hochvoltseitige Ableitung an einem 22000 kVA-Umspanner.

Die Ansicht, daß durch eine direkte Luftverbindung das Öl feucht wird und leidet, ist nach den Erfahrungen der Elektrowerke für Apparate in gedeckten Anlagen irrig, soweit das Öl ziemlich kalt bleibt, wie es bei Spannungswandlern und Ölstromwandlern der Fall ist. Es sind zahlreiche Spannungswandler seit vielen Jahren mit derartigen direkten Luftverbindungen in Form von Atmungsrohren ohne Anstände in Betrieb.

Bei Umspannern mit Wasserkühlung haben den Elektrowerken Kühlschlangenanfressungen oftmals recht viel Sorgen gemacht. Schutzanstriche der Kühlschlangen und Spritzverzinkungen haben sich absolut nicht bewährt, dagegen hat sorgfältigste Tauchverzinkung der Kühlschlangen eine wesentliche Verlängerung der Lebensdauer derselben bewirkt. Seit 6 Jahren ist in Zschornewitz ein Kühlschlangenzinkschutz an einer Anzahl Umspanner eingebaut, in der Form, daß zwischen jeder 2. oder 3. Kühl-

* Vortrag, gehalten am 26. I. 1933 im Elektrotechnischen Verein (Fachgruppe für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken).

Digitized by Google

schlangenwindung eine 1 ··· 2 mm starke, gegen Berührung mit den Schlangen gesicherte Zinkplatte in der Größe der Kreisfläche einer Kühlschlangenwindung eingehängt ist. Voraussetzung ist, daß außerhalb des Wassers ein elektrisch einwandfreier Stromschluß vorhanden ist. Diese Art Kühlschlangenschutz gegen Korrosionen hat sich sehr gut bewährt. Die Korrosionserscheinungen wurden ganz besonders gefördert durch das Auftreten von Algen. Diesem Übel ist entgegengetreten worden, indem die offenen Kühlwasserbehälter gegen das Tageslicht durch ultramarinblaues Glas abgeblendet wurden. Ob der Zinkschutz sich auch bei für Umspanner verwandten Gegenstromkühlern bewährt, läßt sich leider noch nicht eindeutig nachweisen. Abfressungen der Zinkplatten konnten allerdings festgestellt werden.

Nach den im Betriebe der Elektrowerke bisher vorgenommenen gründlichen Überholungsarbeiten an Großumspannern läßt sich kurz sagen, daß eine vollständige Überholung, bei der die Wicklungskörper abgenommen und die Bolzenisolation sowie Eisenpakete untersucht und die Isolationsteile der Bolzen erneuert wurden, nach spätestens etwa 60 000 ··· 80 000 Betriebsstunden unbedingt anzuraten ist. Bei diesen Arbeiten wurden stets mehr oder weniger große Fehler, die eine spätere Zerstörung des Umspanners zur Folge haben können, aufgedeckt. Eine derartige beginnende Zerstörung an der Hochvoltausführung eines 100 000 V-Umspanners von 20 MVA-Leistung zeigt Abb. 5. Hier ist infolge Erwärmung an dem Übergang zwischen Ableitung und Wicklung eine Schmelzung am Messingüberwurf eingetreten.

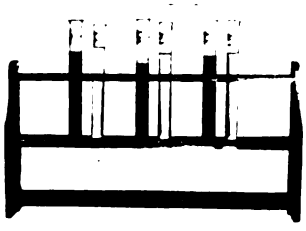


Abb. 6. Vergleichs-Ölproben vor und nach der Regenerierung.

Nach den Erfahrungen der Elektrowerke läßt sich auch stark gealtertes, ja sogar durch elektrische Schäden verbranntes Öl wirtschaftlich noch zu vollkommen hochwertigem Isolieröl aufbereiten. Die Beimischung von guten Neuölen zu regenerierten Ölen kann ebenfalls ohne Bedenken erfolgen, ebenso der Zusatz von regenerierten Ölen zu Neuölen. In Großumspannern, 100 kV-Ölschaltern, Strom- und Spannungswandlern sind in Zschornewitz regenerierte Öle teilweise schon bis zu 6 Jahren ohne Nachteile gegenüber Neuölen in Betrieb.

Schaltanlagen.

Für Schaltanlagen in geschlossenen Gebäuden ist die Feuchtigkeitsfrage, insbesondere bei Verwendung von Hartpapierisolatoren, von noch größerer Bedeutung, weil in Umspannwerken nicht überall Heizungsmöglichkeiten vorhanden sind, die die Temperatur des Raumes über dem Taupunkt halten. Zur Trockenhaltung der Luft haben sich bei den Elektrowerken Exsikkatoren gut bewährt, bei denen mittels eines Ventilators der Luftstrom durch einen Behälter mit Chlorkalzium gesaugt wird.

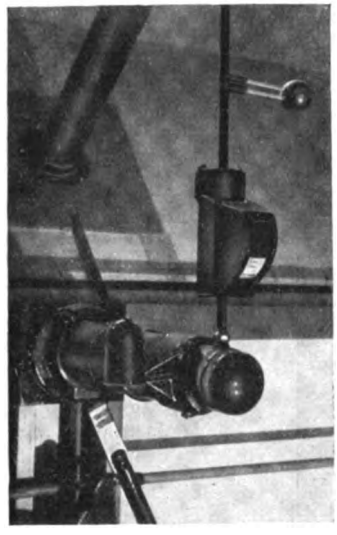


Abb. 7. Sonderstrommesser in einem Freileitungsfeld.

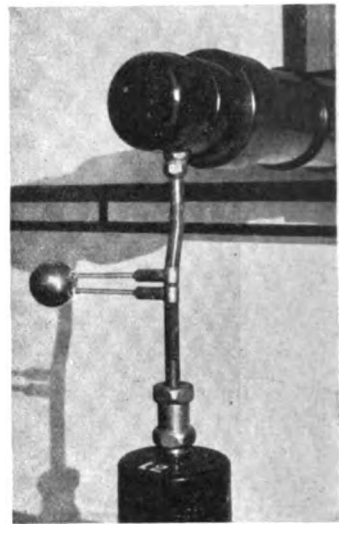


Abb. 8. Spannungsanzeiger.

Es wird an Hand dieser zahlreichen Erfahrungsfälle zweifellos klar, daß die rechtzeitige Vornahme gründlicher Überholungsarbeiten, bei denen ein teilweiser Neuaufbau fast immer vorzunehmen ist, vor unliebsamen Ueberraschungen schützt, um so mehr als die Kosten für derartige, gründliche Überholungen nicht sehr hoch sind. Sie betragen beispielsweise für einen 100/5 kV-Umspanner von 20 ··· 22 MVA-Leistung und 20 ··· 25 t Ölinhalt bei etwa 4000 Arbeitstunden 8000 ··· 9000 RM. In diesem Betrage sind Lohn- und Materialkosten für die vollständige Erneuerung der Kernbolzenisolation, gründliche Revision und Ausbesserung der Wicklung enthalten, ferner die Aufwendungen für den gesamten Spulenaufbau einschl. aller morschen Bandagen, Hartpapierteile usw. sowie Erneuerung der Ölumführung und der Ableitungen und Wiedereinbau, Trocknen des Umspanners und Regenerierung des gesamten Öles bei einem Kilopreis von 10 Pf.

Die Ölfrage ist im Kraftwerk Zschornewitz ganz besonders studiert worden, weil an Hand der schon geschilderten Arbeiten an Großapparaten und bei der in diesem Betriebe allein etwa 800 t betragenden Ölmenge für elektrische Apparate festgestellt worden ist, daß die Ölbehandlung ein besonders wichtiger Faktor für die Erhöhung der Lebensdauer dieser Apparate darstellt. Zu saures Öl zerstört neben einer Verschlechterung der elektrischen Eigenschaften die Baumwollgespinste, Öl mit zu hoher Verseifungszahl setzt leicht Teere und Kokse ab, die eine gute Wärmeabführung verhindern und auch dadurch der Wicklung Schaden bereiten. Mit bloßem Filtern und Schleudern des Öles sind wohl mechanische und teilweise auch kolloidale Verunreinigungen zu entfernen, stark versauerte, verbrannte oder verteerte Öle können jedoch nur durch einen Regenerierungsvorgang wieder vollständig hochwertig aufgefrischt werden, wie dies aus Abb. 6 zu ersehen ist. Der Begriff „regenerieren" wird oftmals recht mißbräuchlich angewendet und hat dadurch die guten Verfahren nicht zur Geltung kommen lassen.

Besondere Beachtung muß der Verstaubung der Anlagen geschenkt werden, ganz besonders, wenn diese große Fensterflächen und Türen aufweisen und somit den durch Wind und Zug mitgetragenen Staubpartikelchen besonders ausgesetzt sind. Die Verstaubung nimmt besonders dort gefährliche Formen an, wo infolge von Braunkohlentagebauen große Kippen vorhanden sind. In Zschornewitz, dessen 270 m langes Umspannwerk gegen die Hauptwindrichtung (Westen) eine große Fenster- und Türenfront bietet, ist gegen das Eindringen von Staubteilen eine sicher wirkende Maßnahme getroffen worden. Durch einen Ventilator, dem ein Filter für die Frischluft vorgebaut ist, und der im Winter auch gleich die Luft durch einen Heizkörper drückt, wird der gesamte Sammelschienenraum unter einem Überdruck von 1 ··· 2 mm gegenüber der Außenluft gehalten.

Hinsichtlich der Frage, ob Porzellan- oder Hartpapiererzeugnisse vorzuziehen sind, sei gesagt, daß in allen umbauten Anlagen, die durch geeignete Maßnahmen keinem großen und plötzlichen Temperaturwechsel unterliegen, Hartpapiererzeugnisse sich ebenso gut bewährt haben wie Porzellan. Allerdings sind Hartpapiersorten einzelner Firmen außerordentlich empfindlich gegen Feuchtigkeit.

In großen Schaltanlagen ist es auch für das Personal mitunter schwer, jederzeit den Schaltzustand im Gedächtnis zu behalten und festzustellen, ob Teile unter Spannung stehen, ob Trennschalter, beispielsweise Sammelschienentrennschalter, gezogen werden können usw. Hauptsächlich ereignen sich Unglücksfälle und Störungen durch versehentliches Ziehen von Trennschaltern unter Last oder irrtümliches Berühren von unter Spannung befindlichen Anlageteilen. Diesen beiden Gefahrenmomenten haben die Elektrowerke in weitestgehender Weise Rechnung zu tragen versucht.

Zunächst wurden sämtliche wichtigen Trennschalter — es sind allein in den 100 kV-Hauptsammelschienen des

Digitized by Google

Kraftwerkes Zschornewitz 24 dreipolige Trennschalter für Unterteilung der Sammelschienen vorhanden — mit S&H-Sonder-Strommessern versehen, welche das Ablesen kleiner Stromstärken gestatten, aber auch die bei Kurzschlüssen auftretenden hohen Stromstärken aushalten. Die Skala reicht von 0 bis 1000 A, anderseits befindet sich bei 5 A der Zeiger schon ungefähr auf dem halben Skalenfeld (Abb. 7). Dem Schaltmeister ist es nun jederzeit beim Ziehen eines Trennschalters möglich, vorher festzustellen, ob und in welcher Höhe ein Strom über den Trennschalter fließt. In gleicher Weise sind auch die wichtigen 6 kV-Trennschalter, etwa 60 an der Zahl, in Speise- und Verbindungskabeln und Leitungen bestückt, so daß auch in den 6 kV-Anlagen schwerwiegende Trennschalter-Fehlschaltungen nicht mehr ohne weiteres vorkommen können.

Auch eine für Betriebszwecke zuverlässige Lösung für eine Anzeigevorrichtung für unter Spannung stehende Anlageteile ist den Elektrowerken in gemeinsamer Arbeit mit einer fremden Werkstätte gelungen, nämlich die einer ortsfesten Anzeigevorrichtung für unter Spannung stehende Anlagen von 6 kV bis zu den höchsten Spannungen. Diese Anzeigevorrichtung veranschaulicht Abb. 8. Sie besteht aus einer bzw. zwei Neonröhren in Verbindung mit einer als Kondensator arbeitenden Kugel. Die Neonröhre besitzt im Innern keinerlei metallische Belege, so daß das Neongas nur mit dem Glas in Berührung kommt. Dadurch weist die Röhre so gut wie keine Alterungserscheinungen auf. Im Betriebe des Kraftwerks Zschornewitz sind jetzt mehr als 900 Leuchtröhren in allen 100-, 80- und 6 kV-Anlagen ortsfest angebracht, um dem Personal durch leichte Erkennungsmöglichkeit der Spannung führenden Teile die Arbeit zu erleichtern und vor Gefahren zu schützen. Ein Teil der Leuchtröhren ist bereits 4 ··· 5 Jahre eingebaut und hat schon über 30 000 Betriebstunden aufzuweisen.

Arbeiten an Hochspannungsanlagen sollen möglichst nur dann vorgenommen werden, wenn von der Arbeitstelle aus die vorschriftsmäßige Erdungs- und Kurzschlußstelle überwacht werden kann oder aber die Arbeitstelle durch entsprechende Warnungschilder, die die Reparaturkolonne selbst anzubringen und zu entfernen hat, gesichert ist. Eine Anbringung und Entfernung dieser Schilder durch Betriebschichtenpersonal, das an der Arbeit nicht beteiligt ist, führt oftmals zu Unglücksfällen. Wichtig ist auch, daß alle der Arbeitstelle benachbarten, unter Spannung bleibenden Anlagen deutlich sichtbare Warnungschilder tragen müssen, weil Irrtümer infolge Fehlgehens immer noch an der Tagungsordnung sind.

Auch auf die Temperaturüberwachung von Stoßstellen an Schienenverbindungen und Leitungsquerschnitten sollte acht gegeben werden, insbesondere, weil die Stromverdrängung in vielen Fällen nicht berücksichtigt wird. Die Verwendung von dünnwandigen Kupferrohren in Hochspannungsanlagen täuscht oftmals über vorhandene Leitungsquerschnitte. Gefährdet sind ganz besonders häufig gewechselte Verbindungs- und Klemmstellen, wie beispielsweise bei Umspannern, die zeitweise auf verschiedene Spannungstufen umgeklemmt werden. Es soll hierbei das Anlaufmittel Efkalin erwähnt werden, das bei richtiger Auftragung bei der Temperaturüberwachung gute Dienste leisten kann.

Es verdient noch eine Einrichtung der Erwähnung, nämlich eine Meldevorrichtung für auftretende Überschlag-Lichtbogen in Schaltanlagen. Dieses Gerät besteht aus einer Fritterröhre, die einen Unterbrecher besitzt und mit einem Zeitrelais verbunden ist. Normalerweise wird jede elektrische Abschaltung, bei der ja immer ein kleiner Lichtbogen auftritt, nach der Schaltwarte gemeldet, jedoch nur so lange, als das Zeitrelais läuft, etwa 2 ··· 3 s. Während dieser Zeit wird nach der Schaltwarte oder sonstigen Überwachungsstelle ein Hupen- oder Glockensignal übertragen. Tritt nun ein Überschlagslichtbogen in der Schaltanlage auf, so wird der Fritter, also auch das Zeitrelais, nicht zur Ruhe kommen und die Meldung des unerwünschten Vorganges dadurch dem Betriebspersonal übermitteln.

Brandschutz.

Da ein großer Teil der elektrischen Apparate noch mit Ölfüllung versehen ist, besteht immer die Gefahr, daß Ölbrände infolge von Überschlägen oder unzulässig hoher Erwärmungen entstehen. In großen Anlagen ist es daher angebracht, daß Kohlensäure- und sonstige Löschgeräte entweder stationär oder leicht erreichbar im Betriebe eingegliedert sind. Es ist wohl schon Allgemeingut für den Elektrobetriebsfachmann, daß die Kohlensäure eines unserer wichtigsten und wirksamsten Löschmittel darstellt, und immer mehr große Firmen haben sich zu dem Entschlusse durchgerungen, sowohl ihre Generatoren als auch ihre Umspanner und sonstigen ölgefüllten Hochspannungsapparate durch eine Kohlensäure-Brandschutzanlage zu schützen. Es ist weiterhin erforderlich, daß auch Rauchschutzmasken und mindestens ein Dräger-Apparat in jeder Schaltanlage vorhanden ist, weil man nicht weiß, ob Menschenleben sich in einem verqualmten Gebäude infolge Ohnmachtsanfalles in Gefahr befinden und eine Rettung ohne Dräger-Apparat gegebenenfalls unmöglich wird. Feuer kann man meistens erfolgreich nur bekämpfen, wenn es im Entstehungstadium angegriffen wird. Wartet man erst, bis die Feuerwehr herankommt, so läßt sich ein Brand meistens viel schwerer löschen, als wenn das Betriebspersonal schon vorher die Möglichkeit hat, einzugreifen. Deshalb sollte auch das Elektrobetriebspersonal immer feuertechnisch ausgebildet sein, u. zw. kommen dabei nicht nur bloße Übungen am Gerät in Frage. Es muß vielmehr jeder Betriebsmonteur genau wissen, welche Größe der Rauchmaske für ihn paßt, und das gesamte Personal muß auch an wirklichen, gut vorbereiteten Ölbrandobjekten geübt werden. Gerade der Ölbrand erfordert eine ganz besondere Schulung des Personals, wenn man ihm wirksam zu Leibe gehen will. Die Feuerwehr kann in den meisten Fällen ohne tatkräftige Mithilfe des Betriebspersonals keinen größeren Brand in elektrischen Betriebsräumen gefahrlos bekämpfen.

Fördergeräte im Braunkohlenbergbau.

Von den neuzeitlichen Fördergeräten im Braunkohlentagebau verdient ein von der Hilgers AG. in Rheinbrohl gebautes neuartiges Abraumfördergerät[1] (Abb. 1) besondere Beachtung, das in derselben Weise arbeitet wie die bekannten Abraumförderbrücken. Im Gegensatz zu ihnen, die sich auf zwei Endstützen bewegen, besitzt das neue Abraumfördergerät nur eine Stütze mit einem Ausleger und benötigt infolgedessen auch nur eine Gleisanlage auf der Abraumseite. Die Gesamtanlage ist deshalb billiger als die zweistützigen Abraumförderbrücken. Das Fördergerät arbeitet in Verbindung mit einem Lübecker Eimerbagger. Dieser wirft das Abraumgut auf ein zwischen diesem und dem Abraumförderer eingebautes Schrägförderband, das das Fördergut in einen Bunker abwirft; von hier aus gelangt es auf das Band des Auslegers, das den Abraum über die abzubauende Kohlentrasse hinweg auf die andere, bereits ausgekohlte Seite befördert und dort abwirft. Als Förderbänder sind Gummigurte von 1000 mm Breite verwendet worden. Das Hauptband wird durch einen Elektromotor von 20 kW Leistung unter Zwischenschaltung eines Reduziergetriebes angetrieben. Motor, Getriebe und Trommel sind auf einem Spannwagen verlagert, der auf schräg liegender Bahn verschiebbar ist. Der Antrieb des Zubringerbandes zwischen Bagger und Abraumförderer erfolgt ebenfalls über ein Getriebe durch einen Elektromotor von 12 kW Leistung von der oberen Kopftrommel aus. Der gesamte Oberbau kann um etwa 30° nach beiden Seiten gedreht werden. Hierfür ist ein Antriebsmotor von 5 kW Leistung vorgesehen, der das Drehwerk über ein Schneckengetriebe mit Kegelräderpaar antreibt. Das Fahrwerk wird durch einen Motor von 20 kW Leistung angetrieben, u. zw. erfolgt der Antrieb über Stirnradgetriebe und Kreuzgelenkkupplungen auf die beiden sechsrädrigen, an der Baggerseite laufenden Fahrgestelle. Das Anlassen des Motors erfolgt durch eine Sonder-Meisterwalze, die durch eine Zahnstange so gesteuert wird, daß das Abraumfördergerät mit dem Bagger gleiche Geschwindigkeit behält. Zu diesem Zwecke befindet sich zwischen Bagger und Fördergerät eine Kupplungstange, die einerseits die obenerwähnte Zahnstange antreibt, anderseits aber auch durch einen lösbaren Bolzen fest angeschlossen werden kann, so daß es möglich ist, das Abraumfördergerät auch von dem Bagger schieben oder ziehen zu lassen. Sämtliche Elektromotoren werden vom Führerstand aus im Maschinenhaus bedient. Bei einer Bandgeschwindigkeit von 1,5 m/s leistet das Gerät 260 m³/h oder 2000 m³ in achtstündiger Schicht. Für die Bedienung genügen drei Mann, so daß sich je

[1] Braunkohle Bd. 30, S. 494, 436, 206.

Digitized by Google

Mann und Schicht eine Leistung von 650 m³ ergibt. Der Kraftbedarf beträgt für die beiden Förderbänder etwa 16 kW, für den Fahrantrieb etwa 18 kW.

Auf einer westdeutschen Braunkohlen-Tagebaugrube ist seit kurzem der bisher größte gebaute elektrische Band waagerecht gestellt und besitzt dann dieselbe Höhe und Breite wie die auf der Grube verwendeten Förderwagen, so daß es alle Streckenquerschnitte durchfahren kann, durch welche die Förderwagen der Gruben laufen. Das Beladeband hat bei 1 m/s Geschwindigkeit eine Lei-

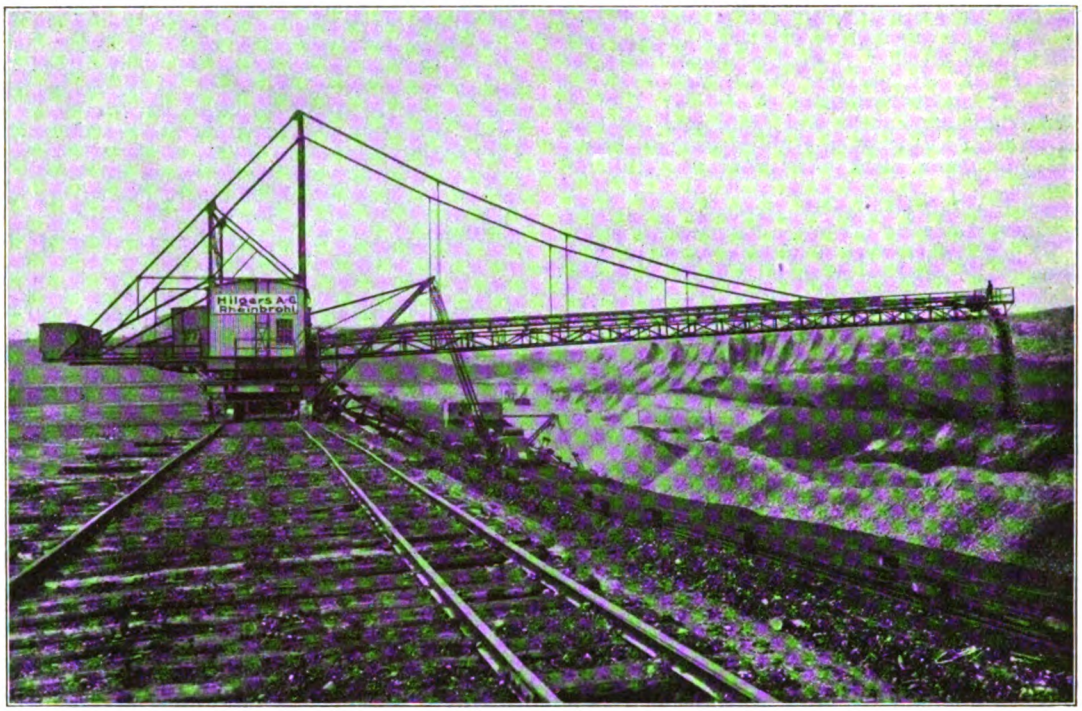


Abb. 1. Abraumfördergerät mit einer Stütze.

Braunkohlen-Kratzbagger der Firma Fr. Krupp, Essen, in Betrieb gekommen, der in seinem Aufbau sowie in seiner elektrischen Einrichtung wesentlich von dem herkömmlichen abweicht. Die Abtragshöhe des Baggers (Abb. 2) beträgt, senkrecht gemessen, 40 m bei einem Anschnittswinkel von 70 °. Die Baggerleiter, die eine Knickleiter ist, besteht aus dem Planierstück für die Schöpfkette und der Schrämkettenleiter, die drehbar gelagert sind. Die effektive Leistung des Baggers beträgt etwa 6000 m³ in 10 h an trockener Kohle. Der erforderliche Strom von 3000 V Spannung wird von Rollenstromabnehmern den Hochspannungs-Schaltschränken zugeführt. In deren Nähe steht auch der 135 PS-Hauptmotor, der gleichfalls mit 3000 V betrieben wird. Vom Transformator erhalten die übrigen Motoren ihre Energie in Form von niedrig gespanntem Strom zugeführt. Der Antrieb des Windwerkes zum Heben und Senken der Leiter erfolgt durch einen Motor von 20 PS, der Antrieb des Baggerfahrwerkes durch einen besonderen Motor von 40 PS. Der Bagger wird von den beiden Führerständen aus zum Teil unmittelbar durch den Anlasser der einzelnen Motoren, z. B. bei Haupt- und Fahrmotor, z. T. durch Druckluft, so z. B. beim Windwerk und bei der Kupplung zum Eimerleiter-Windwerk gesteuert.

Im Braunkohlentiefbau ist besonders die Einführung von Beladebändern der Karlshütte, Waldenburg-Altwasser, und der Maschinenfabrik Christoph & Unmack, Niesky (Oberlausitz), bemerkenswert, die auf der Braunkohlengrube „Stadt Görlitz“ in Anwendung gekommen sind, um die hereingewonnene Braunkohle unter weitestgehender Ausschaltung von Schipparbeit unmittelbar in die Förderwagen zu fördern. Die Bänder sind auf einem Förderwagengestell von 500 mm Spur drehbar befestigt. Sie bestehen aus einem ansteigenden, in seiner ganzen Länge mit Blech abgedeckten U-Eisenrahmen, der die Kopf- und Endrollen und die muldenförmigen Tragrollen trägt. Das Aufgebende ist durch einen kräftigen, bequem abnehmbaren Trog geschützt. Das Band wird über Heuergetriebe und Kette von der Kopfrolle aus angetrieben. Auf besonderen Wunsch kann der Antrieb auch durch einen in die Kopfrolle eingebauten Spezialmotor nebst Getriebe erfolgen. Die größte Breite des Bandes beträgt 0,75 m, die durch die höchstzulässige Steigung des Bandes, die noch ein einwandfreies Fördern der Kohle gewährleistet, bedingte waagerechte Länge 4,5 m, die größte Höhe in Arbeitstellung 1,3 m. Beim Transport wird das stung von etwa 25 t/h. Da die Bandmotoren von der Bergbehörde als bewegliche Motoren angesehen wurden, ist nur eine Höchstspannung von 125 V zulässig. Deshalb wird

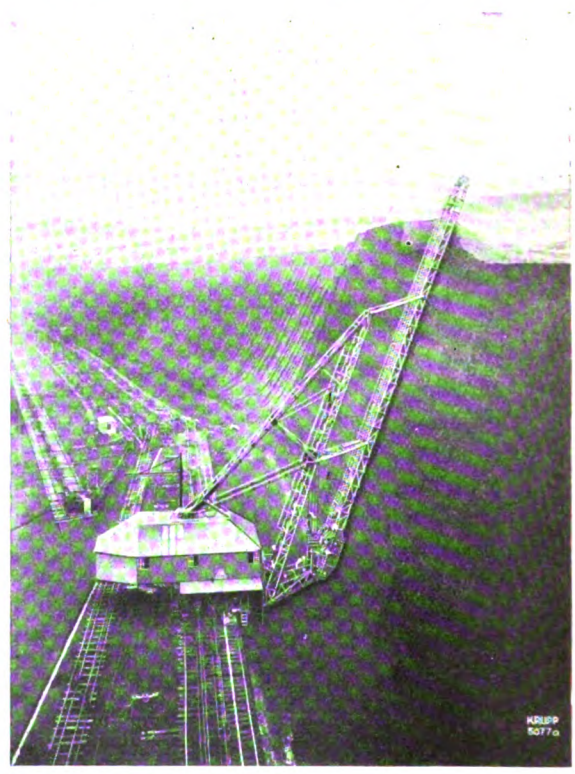


Abb. 2. Braunkohlen-Kratzbagger.

der ankommende Drehstrom von 500 V Spannung bis unmittelbar an die Seilbahnstation der einzelnen Bauabteilungen geführt und daselbst mittels eines kleinen, bequem

Digitized by Google

zu befördernden Transformators auf 125 V umgespannt. Von hier wird der Strom über die erforderlichen Verteilerstellen den einzelnen Bandmotoren mittels 100 m langer, biegsamer Gummikabel von 4 · 25 mm² Querschnitt zugeführt. An jeden Transformator werden drei lange, drei kurze Bänder und die elektrische Beleuchtung der einzelnen Arbeitspunkte angeschlossen. Der Abbau des Bruches erfolgt in der Weise, daß in der Mitte über der Sohle des vollen Ortes ein Schlitz hergestellt wird, in den das Füllende des Bandes eingeführt wird. Die losgehackte Kohle fällt nun selbsttätig auf das in Betrieb gesetzte Band, das die Kohle dann in die Förderwagen befördert. In Kreuzbrüchen werden rechtwinklig zu den langen Bändern noch kurze Bänder angelegt, um eine längere Schaufelarbeit zu vermeiden. Der Raumersparnis wegen werden die kurzen Bänder durch einen Kopfwellenmotor, einen in der Antriebscheibe des Bandes untergebrachten Sondermotor von 1 kW Leistung, angetrieben. Durch die Einführung der Bänder konnte die Kopfleistung um 75 % erhöht und eine Ersparnis von 25,5 Pf/t Kohle erzielt werden. Hierzu kommen noch die zahlenmäßig noch nicht erfaßten betrieblichen Vorteile, wie die Ersparnisse für Holz, Ausbesserung, Bedienung und die Verringerung der Bauabteilungen. *Sgm.*

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Prüfen von Gummischlauchleitungen[1]. — Bei den SSW wird zum Prüfen von Gummischlauchleitungen eine Einrichtung verwendet, bei der aus einer Höhe von 1,5 m ein etwa 100 kg schwerer Bleibarren auf die Leitung fallen gelassen wird. Dieses wird bis zu 100mal und mehr wiederholt. In ähnlicher Weise sind derartige Gummischlauchleitungen dadurch auf ihre Druckfestigkeit geprüft worden, daß kleine gefüllte Wagen mit einem Gesamtgewicht von etwa 700 kg bis zu 80mal die Leitung überfuhren, ohne daß ein Schluß zwischen zwei Leitungen eintreten durfte. Die SSW haben auch eine Einrichtung geschaffen, die den Zweck hat, die Gummischlauchleitungen auf Widerstandsfähigkeit gegen Verbiegen und Verdrehen zu prüfen. Dabei wurde die Leitung stark auf Biegen und Verdrehen beansprucht. Diese Beanspruchung ist bis zu 10 000mal und mehr wiederholt worden, ohne daß ein Schluß zwischen den Leitern eingetreten wäre. Das in den V. S. Amerika für elektrische Anlagen in Schlagwettergruben maßgebende Bureau of Mines hat zur Prüfung der bei ortsveränderlichen Maschinen verwandten biegsamen Kabel folgendes empfohlen: Das zu untersuchende Kabel ist quer über die beiden Schienen eines Gleises zu legen. Ein vierrädriger 7 t schwerer Wagen ist mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 5,6 km/h 50mal darüber zu fahren. Bei der Probe soll das Kabel unter Spannung stehen, und während der Wagen darüber hingefahren wird, quer über das Gleis verschoben werden, so daß insgesamt über 100 Stellen des Kabels zwei Räder fahren. Das Kabel kann dann als brauchbar gelten, wenn höchstens an 10 % der überfahrenen Stellen Kurzschluß oder Schluß mit den Schienen eingetreten ist. Hieraus geht hervor, daß auch die Amerikaner die Notwendigkeit erkannt haben, nur Gummischlauchleitungen von hoher mechanischer Widerstandsfähigkeit bei den ortsveränderlichen Maschinen unter Tage zu verwenden. (Philippi, Elektr. unter Tage, 1932, S. 32.) *Sgm.*

Apparate.

Eine neue Selen-Sperrschicht-Photozelle und ihre Verwendung als photoelektrisches Relais. — Ebenso wie die Kupferoxydulzelle Gleichrichterwirkung und Photoeffekt zeigt, ist zu erwarten, daß jede andere Leiterkombination zweier Leiter, die eine unipolare Leitung ergibt, bei Belichtung der Grenzschicht einen Photoeffekt zeigen wird. L. Bergmann hat daher die im Handel befindlichen Selen-Metall-Gleichrichter auf ihre photoelektrische Wirkung hin untersucht[2]. Er konnte eine sehr empfindliche Zelle dadurch erhalten, daß auf das Selen, das auf eine Eisenplatte aufgeschweißt ist, eine dünne Silber- oder Goldhaut mittels Kathodenzerstäubung aufgebracht wurde. Zur Erreichung einer guten Ableitung wurde zuvor ein schmaler Metallring auf die Selenoberfläche aufgespritzt. Die Zelle zeigt eine Empfindlichkeit von etwa $3 \cdot 10^{-8}$ A/Lux · cm². Bei gleicher bestrahlter Fläche liefert sie einen etwa 3,5fach so großen Strom wie die Kupferoxydulzelle. Das Maximum der spektralen Empfindlichkeit ist nach dem roten Ende hin verschoben. Bei intensiver Bestrahlung mit einer Bogenlampe konnte ein Strom von 75 mA nachgewiesen werden. Durch Anwendung einer Vorspannung läßt sich die Empfindlichkeit noch steigern.

Der Verfasser benutzt seine Photozelle zur Konstruktion eines photoelektrischen Relais. Mittels einer Lichtquelle Q mit möglichst großer Flächenhelligkeit wird eine quadratische Blende B durch eine Linse L über den Spiegel S (etwa eines Galvanometers) auf der Oberfläche der Photozelle Z abgebildet. Die Photozelle trägt eine Maske M mit einem quadratischen Ausschnitt in der Größe des Blendenbildes. Bei der Ruhelage des Spiegels S fällt nur ein schmaler Streifen des Blendenbildes in die freie Öffnung der Zelle; bei einer Drehung des Spiegels wandert das Bild auf die unbedeckte Zellenoberfläche. Die Anordnung ist in dieser Form ein Analogon zu dem Thermorelais von Moll und Burger[1]; sie hat den Vorteil der vollkommenen Trägheitslosigkeit und der Benutzbarkeit auch für größere Spiegelausschläge. Als praktisch ohne Schwierigkeiten erreichbare Vergrößerung berechnet der Verfasser 5400. Die Vergrößerung läßt sich noch etwa auf das 10fache steigern, wenn man als Blende ein Gitter benutzt und die Photozelle ebenfalls mit einer gitterförmigen Blende so bedeckt, daß die Lichtstreifen auf die abgedeckten Stellen der Zelle fallen. (L. Bergmann, Physik. Z. Bd. 32, S. 286 u. 688.) *Br.*

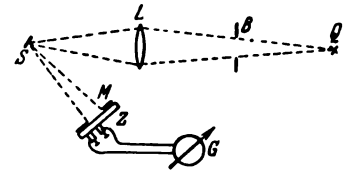


Abb. 1. Photoelektrisches Relais.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Lichtelektrische Schnellzähleinrichtungen. — Von der AEG wurde vor kurzem eine Schnellzähleinrichtung durchgebildet, bei der man von den Eigenschaften der Photozellen Gebrauch machte. Die zu zählenden Gegenstände oder Personen werden in einfachster Weise nur durch einen Lichtstrahl abgetastet; es konnte somit auf die im allgemeinen unvermeidbaren Kontakte verzichtet werden, zumal sie unter ungünstigen Verhältnissen nicht immer zuverlässig genug arbeiten. Hierdurch ergibt sich gegenüber den bisher bekannten mechanischen oder elektrischen Zählanordnungen eine Reihe von Vorzügen. Die lichtelektrische Schnellzähleinrichtung besteht aus einer punktförmigen Lichtquelle, einer photoelektrischen Zelle sowie der dazugehörigen Verstärkereinrichtung und dem von dem verstärkten Photozellenstrom gesteuerten Schnellzählrelais. Die Wirkungsweise ist kurz folgende, wobei im einzelnen auf das umstehende Schaltbild (Abb. 2) verwiesen wird, welches den Anschluß der Einrichtung an ein Wechselstromnetz darstellt. Trifft der Lichtstrahl des Scheinwerfers auf die beispielsweise vorher beschattete Kathode der Photozelle, so entsteht unter dem Einfluß einer von einem Spannungsteiler abgegriffenen positiven Saugspannung in der Zelle ein lichtelektrischer Strom. Dieser ruft an dem Gittervorwiderstand der Verstärkerröhre einen Spannungsabfall hervor. Durch die hiermit verbundene Änderung des Gitterpotentials der Hochvakuumröhre wird in dieser ein Anodenstrom ausgelöst. Von dem beim Auftreffen der Lichtstrahlen entstehenden bzw. bei ihrer Unterbrechung durch die Zählobjekte verschwindenden Anodenstrom der Elektronenröhre wird dann das Zählrelais gesteuert. Es ist selbstverständlich, daß die Gegenstände nicht nebeneinander, sondern nur einzeln hintereinander auf vorgeschriebener Bahn zwischen der Lichtquelle und der Photozelle hindurchwandern dürfen. Ähnliche Forderungen bestehen

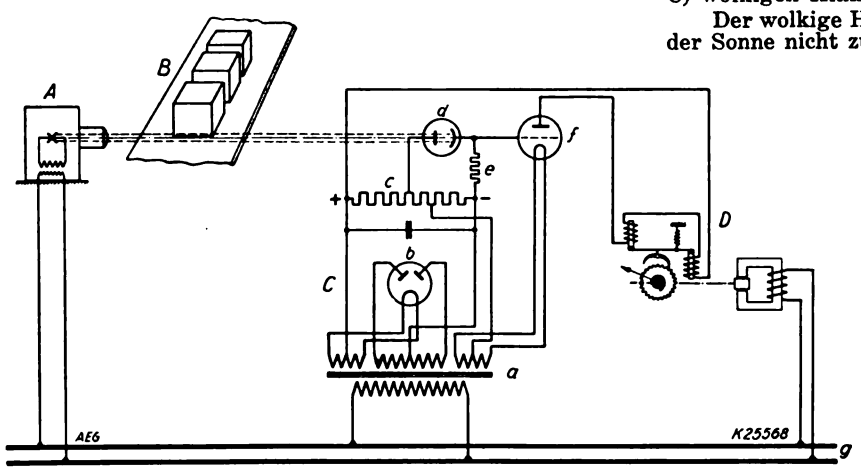
[1] Vgl. a. ETZ 1931, S. 1389.
[2] Vgl. a. ETZ 1932, S. 214 u. 339.

[1] Z. Physik Bd. 34 (1925), S. 109. Referat: ETZ 1927, S. 1774.

Digitized by Google

jedoch meist auch bei anderen Zählmethoden. Weiterhin ist es notwendig, daß die auf die lichtelektrische Zelle fallenden Strahlen durch den zu zählenden Gegenstand völlig abgeblendet werden. Durch Anbringung eines mit einer kleinen Blende versehenen Schirmes, der kurz vor der Photozelle aufgestellt wird, und auf den man den Schatten der vorbeiwandernden Materialien möglichst scharf projiziert, läßt sich selbst für Zählgüter mit nur sehr geringen äußeren Abmessungen ein genaues Arbeiten der Gesamteinrichtung erzielen.

Als Anwendungsgebiete kommen zunächst die in Betracht, bei denen sehr hohe Stückzahlen je Zeiteinheit gefordert werden. Die lichtelektrisch arbeitende Einrichtung vermag bis zu 1200 Zählungen/min einwandfrei durchzuführen, da sämtliche auftretenden Verzögerungen entsprechend niedrig gehalten werden könnten. Das Gerät ist daher sehr gut für die Zählung von Massenartikeln während ihrer Herstellung am laufenden Band, vor oder nach dem Verpacken, beim Verladen in Waggons, Schiffe usw. geeignet, zumal es sich auch nachträglich leicht in jeden Betrieb einbauen läßt, ohne allzuviel Raum zu beanspruchen. Ferner ist es da verwendbar, wo mechanische oder elektrische Zählverfahren aus technischen oder ähnlichen Gründen nicht durchgeführt werden können oder dürfen, oder wo sehr schnell aufeinander folgende elektrische, optische oder mechanische Vorgänge zu zählen sind. Vor allem ist es ein guter Ersatz für die bei der Personenzählung bisher benutzten Drehkreuze. Da bestimmte Photozellen auch im unsichtbaren Spektrum empfindlich genug sind, so kann man z. B. mittels ultraroter Lichtquelle unauffällig die Besucherzahl von Veranstaltungen feststellen. Auch die Zählung von Fahrzeugen an verkehrsreichen Straßen oder Tunneleingängen und Zählung von Tieren und ähnlichem kann man mittels der vielseitig verwendbaren lichtelektrischen Schnell-Zähleinrichtung durchführen. Die Anlage kann sowohl für Anschluß an Wechselstrom als auch an Gleichstrom gebaut werden. *fi*



A punktförmige Lichtquelle
B Wandertisch mit Massenartikeln
C Photozellenstrom-Verstärker-Einrichtung
D Schnellzählrelais
a Netztransformator
b Gleichrichterröhre
c Spannungsteiler
d Photozelle
e Gitter-Vorwiderstand
f Verstärkerröhre
g Wechselstromnetz

Abb. 2. Schaltung der lichtelektrischen Schnellzähleinrichtung.

Einige Fehlerquellen bei thermoelektrischen Temperaturmessungen. — Die Verfasser behandeln die Fehler, die auf mangelhafte Konstanz der EMK des Thermoelements zurückzuführen sind. Auch bei sorgfältiger Vermeidung aller äußeren Fehler zeigen gewisse Thermoelemente zeitliche Änderungen bis zu mehr als 1 %, die auf Änderungen in der chemischen Zusammensetzung oder in der Struktur der benutzten Stoffe zurückzuführen sind. Das Gefüge der Drähte soll daher vor dem Gebrauch, also vor der Eichung, rekristallisiert werden, indem der ganze Drahtkreis längere Zeit auf einer Temperatur gehalten wird, die wesentlich höher liegt als die höchste Temperatur, der er in der Folge ausgesetzt ist. Nach dem Rekristallisieren des Gefüges müssen die Drahtstrecken, die beim Gebrauch in einem Temperaturgefälle liegen, vor Biegung oder ähnlichen mechanischen Einwirkungen ebenso wie vor chemischen Einflüssen sorgfältig geschützt werden. Es ist darauf zu achten, daß bei der Messung stets dieselben Drahtstrecken im Temperaturgefälle liegen wie bei der Eichung. Nach Möglichkeit soll das Temperaturgefälle längs der Drähte überhaupt flach gehalten werden, da sich dann örtliche Verschiedenheiten des Gefüges weniger stark bemerkbar machen. (O. Walger u. F. R. Lorenz, Z. techn. Physik Bd. 11, S. 242.) *Br.*

Beleuchtung.

Sichtbare und ultraviolette Strahlung des Sonnenlichtes. — Im Anschluß an frühere Veröffentlichungen (Trans. Ill. Engg. Soc. Bd. 27, S. 82 ··· 94) behandelt die Arbeit den Verlauf der Strahlungstärke bei der sichtbaren und bei der UV-Strahlung der Sonne und des Himmels im Laufe eines Tages und an verschiedenen Tagen des Jahres. Sie enthält Angaben über das Verhältnis zwischen Sonnen- und Himmelslicht, d. h. zwischen der UV-Strahlung der Sonne und des Himmels.

Die zahlreichen Messungen wurden unter 42 ° nördl. Breite und 93½ ° westl. Länge in annähernd 300 m Höhe gemacht. Für die Lichtmessungen wurde das „Macbeth-Illuminometer", für die Messung der UV-Strahlung „im antirachitischen Bereich" ein „Rentschler Ultraviolet Lightmeter" verwendet. Die Sonnenhöhe zu verschiedenen Tagesstunden kann für acht verschiedene Tage des Jahres aus einer Kurventafel abgelesen werden. Die der jeweiligen Sonnenhöhe entsprechende horizontale Beleuchtungsstärke kann aus einer weiteren Tafel entnommen werden, u. zw. jeweils für die Beleuchtung durch:

A) Sonne + Himmel
B) klaren Himmel } (Messungen an klaren Tagen);
C) wolkigen Himmel (Messungen an einem grauen Tage).

Der wolkige Himmel war so beschaffen, daß der Stand der Sonne nicht zu sehen war.

Es ergab sich, daß Sonne und Himmel zusammen die stärkste, klarer Himmel dagegen die geringste horizontale Beleuchtungstärke hervorrufen.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß bei der Sonnenhöhe 0 ° die auf einer horizontalen Ebene gemessene Beleuchtungstärke noch annähernd 1500 Lux beträgt. Wenn keine Atmosphäre vorhanden wäre, würde die Kurve der Beleuchtungstärke für die Sonne allein eine Sinuskurve sein. Die horizontale Beleuchtungstärke erreicht ein Maximum, wenn die Sonne teilweise verborgen ist und helle Wolken am Himmel sind.

In ähnlicher Weise können aus einer weiteren Kurventafel relative UV-Intensitäten für verschiedene Tagesstunden und acht verschiedene Tage des Jahres abgelesen werden. Die UV-Intensitäten bei A) Sonne + Himmel, B) klarem Himmel und C) wolkigem Himmel verlaufen ähnlich wie die Beleuchtungstärken, nur liegen die Kurven *B* und *C* jetzt umgekehrt, d. h. ein viel größerer prozentualer Anteil an UV-Strahlung kommt vom klaren Himmel als dies beim sichtbaren Licht der Fall ist.

In zwei weiteren Kurven- und Zahlentafeln werden die während eines ganzen Jahres von Himmel und Sonne bzw. vom Himmel allein herrührenden Licht- bzw. UV-Mengen angegeben. 14 % der gesamten Lichtmenge und 62 % der gesamten UV-Strahlungsmenge eines Jahres kommen vom Himmel, der Rest von der Sonne. Das Maximum für beide Fälle fällt in den Monat Juni, das Minimum in den Monat Dezember. Der Verlauf der Kurven ist ziemlich ähnlich, nur ist (gemäß dem größeren prozentualen Anteil der ultravioletten Himmelstrahlung an der ultravioletten Gesamtstrahlung) der Unterschied zwischen den hohen Werten der UV-Strahlung Sonne + Himmel einerseits und Himmel allein anderseits in den Sommermonaten bei weitem nicht so groß wie der Unterschied bei den entsprechenden Lichtmengen. In den Wintermonaten ist dieser Unterschied in beiden Fällen erheblich geringer. (W. Kunerth u. R. D. Miller, Trans. Illum. Engng. Soc. Bd. 28 S. 347.) *Crs.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft über das 8. Geschäftsjahr 1932. — Das Jahr 1932 war für die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft in Rückwirkung der deutschen mißlichen Wirtschaftslage auf ihren Verkehr ein Krisenjahr. Die Einnahmen der Betriebsrechnung betragen rd. 2934 Mill RM, d. s. 24 % weniger als 1931 und

Digitized by Google

45 % weniger als 1929 mit dem bisherigen Höchststand der Einnahmen. Die Frachteinnahmen sanken um 25 % bzw. 50 %. Die Einnahmen aus dem Personen- und Gepäckverkehr blieben um 22 % gegen 1931 und um 37 % gegenüber 1929 zurück. Verkehrsrückgang, Tarifermäßigungen, verschärfter Wettbewerb anderer Verkehrsmittel waren die Ursachen der starken Mindereinnahme. Unter Schwierigkeiten konnte ein großer Teil der Einnahmeausfälle auf der Ausgabenseite aufgefangen werden. Gleichwohl stellten sich die Ausgaben auf 3001 Mill RM, von denen auf die Kosten der Betriebsführung 62 %, der Unterhaltung 25 %, der Erneuerung 13 % entfallen. Das Verhältnis der Betriebsausgaben zu den Betriebseinnahmen ist von 94,12 % auf 102,27 % gestiegen. Damit haben erstmalig die Betriebseinnahmen zur Deckung der reinen Betriebsausgaben nicht ausgereicht. Der Fehlbetrag, Beitrag an das Reich, Zinsen, Rücklagen konnten nur durch außerordentliche Einnahmen gedeckt werden, wiewohl durch den Wegfall der Reparationszahlungen nach dem Lausanner Abkommen eine Erleichterung in den Verpflichtungen eingetreten ist. Das „Betriebsrecht an dem am 1. X. 1924 übernommenen Reichseisenbahnvermögen" und „am Anlagezuwachs seit 1. X. 1924" beläuft sich Ende 1932 auf 26,3 Mrd RM. Durch straffe und fachmännische Leitung ist es der DRG auch im Krisenjahr 1932 zuverlässig gelungen, die Wirtschaftsführung der geänderten Lage stets sofort anzupassen. Erschwerend für die DRG wirken bei dem starken Einnahmerückgang die politischen Lasten, Steuern und Zinsendienst, die im Berichtsjahr etwa ein Fünftel der Betriebseinnahmen beanspruchten. Die Gesamtschuld der DRG beträgt z. Zt. etwa 2 Mrd RM. Die Unterhaltung und Erneuerung der Bahnanlagen wurden planmäßig durchgeführt. Von der Neubautätigkeit ist der Ausbau des Rhein-Ruhr-Netzes und verschiedener Bahnhöfe in Sachsen sowie der elektrische Ausbau der Strecke Augsburg—Stuttgart zu erwähnen. Auf der Strecke Hirschberg—Schmiedeberg—Landeshut wurde der elektrische Betrieb aufgenommen. Der Ausbau der Wannseebahn wurde soweit gefördert, daß der elektrische Betrieb z. Z. bereits läuft. Die Bestrebungen des Reichs, die Wirtschaft und den Arbeitsmarkt durch Aufträge zu beleben, hat die DRG im weitestgehenden Maße unterstützt. Ein zusätzliches Arbeitsbeschaffungsprogramm in Höhe von 260 Mill RM auf Grund der steuerfreien Reichsanleihe 1931 wurde durchgeführt. Ein weiteres in Höhe von 280 Mill RM wurde im Herbst 1932 herausgegeben. Außer diesen Leistungen wurde der keineswegs voll ausgenutzte Wagenpark in einzelnen Bauarten fortentwickelt. Für den Nahschnellverkehr wurden besondere Triebwagen mit dieselelektrischem Antrieb, für den Schnellverkehr zwischen Berlin und Hamburg „Der fliegende Hamburger", zur Vereinfachung und Verbilligung des Rangierdienstes Kleinlokomotiven in den Betrieb eingestellt. Zur Belebung des Personenverkehrs wurden die Netz- und Bezirkskarten, die Sommerurlaubskarten mit 20 % Preisermäßigung eingeführt; der Güterverkehr wird durch weiteren Ausbau des wichtigen Behälterverkehrs gefördert. Zur wirtschaftlichen Zusammenarbeit mit dem Kraftwagen wurde der „Bahnspeditionsvertrag" abgeschlossen.

Die Streckenlängen der DRG an Voll- und Schmalspurbahnen betrugen Ende 1932 53 885 km, von denen 1599 km, d. h. 2,97 %, elektrisch betrieben wurden. Von den gesamten Betriebsleistungen (Lokkm), 850 135 000, entfielen auf Dampfbetrieb 92,54 %, auf elektrische Lokomotiven 2,12 %, auf elektrische Triebwagen 3,64 % und auf sonstige Triebwagen 1,70 %. Im Bestand der Lokomotiven am Jahresende mit 21 489 waren enthalten: 21 002 Dampflokomotiven, 2 Lokomotiven mit Verbrennungsmotoren, 85 Kleinlokomotiven und 400 elektrische Lokomotiven, im Bestand der Triebwagen: 968 Triebwagen für Oberleitung oder Stromschiene, 287 sonstige Triebwagen. Hierzu kamen 710 Steuerwagen und 527 Beiwagen. Aus dem Kostenaufwand im Werkstättenwesen sind folgende Ausbesserungskosten zu entnehmen (1931 in Klammern beigefügt): 1 Dampflok. 8483 (10 184) RM, 1 elektr. Lok. 12 463 (13 859) RM, 1 Triebwagen 12 074 (13 710) RM, 1000 Lokkm der Dampflok. 231,7 (272,7) RM, 1000 Lokkm der elektr. Lok. 275,7 (298,2) RM, 1000 km der Triebwagen 151,8 (165,6) RM.

Die durchschnittliche Leistung einer Dampflokomotive zwischen zwei Hauptausbesserungen betrug rd. 117 000 km, d. s. 3,5 % mehr als im Jahr 1931. Der Ausbesserungstand der Dampflokomotiven betrug im Jahresdurchschnitt 11 %. Am Jahresende 1932 waren rd. 3700 Lokomotiven überzählig. 1000 Lokkm erforderten 12,73 t Brennstoff gegenüber 13,11 t im Jahre 1931. Die durchschnittliche Kilometerleistung der Triebwagen mit eigener Kraftquelle und der Speichertriebwagen wurde gegenüber 1931 um rd. 14 % erhöht.

Mit der Aufnahme des elektrischen Betriebs auf der eingleisigen Nebenbahn Hirschberg—Schmiedeberg—Landeshut anfangs Dezember stieg die gesamte Streckenlänge der elektrisch betriebenen Bahnlinien auf 1638 km oder etwas mehr als 3 % der gesamten Betriebslänge der DRG. Auf die Fernstrecken entfallen 1370 km, auf Stadt- und Vorortbahnen 268 km. Im Ausbau für elektrische Zugförderung befanden sich 260 km, von denen 200 km auf die Fernbahn Augsburg—Stuttgart und die abzweigende Güterbahn Untertürkheim—Kornwestheim, 27 km auf die Stuttgarter Nahverkehrstrecken nach Ludwigsburg und Eßlingen und 31 km auf die Berliner Wannseebahn entfallen. Die Verwendung des Drehstroms aus der allgemeinen Landesstromversorgung auch für den elektrischen Bahnbetrieb zu ermöglichen, u. zw. mit Hilfe der neuartigen Vorkehrung des Stromrichters (des Wechsel-Umrichters) wurde lebhaft aufgenommen. Die Reichsbahn hat hierzu mit der elektrotechnischen Industrie engste Fühlung genommen, um die Entwicklung dieser Einrichtung in Versuchsanlagen und Probeausführungen kraftvoll zu fördern. „Da eine große Reihe von wirtschaftlichen Erfahrungen mit dem elektrischen Zugbetrieb, über seine Anlage- und Jahreskosten vorliegen, wurde eine auch für die Zukunft richtunggebende Untersuchung der Wirtschaftlichkeit des elektrischen Zugbetriebes im Vergleich mit dem Dampfbetrieb durch eine eigens für diesen Zweck eingesetzte Arbeitsgemeinschaft angestellt, die Ende 1932 vor dem Abschluß stand." Für die Hamburger Stadt- und Vorortbahn wurde durch Aufstellung eines 6 kV-Drehstrom-Einphasenstrom-Umformers im Unterwerk Barmberg der Hamburgischen Elektrizitätswerke AG. eine zweite Stromquelle geschaffen. Die für den 80 kV-Fernleitungsabschnitt vom Reichsbahn-Kraftwerk Mittelsteine nach dem Unterwerk Nieder-Salzbrunn probeweise eingebaute Selektivschutzanlage hat sich bewährt und wurde von der DRG übernommen. Von den 12 151 Bahnhöfen, Haltepunkten usw. der DRG haben jetzt 80 % elektrische Beleuchtung. 48 DRG-Kraftwerke mit einer eingebauten Maschinenleistung von rd. 137 000 kW haben etwa ¼ (rd. 230 Mill kWh) der von der DRG im Jahre 1932 verbrauchten elektrischen Arbeit (rd. 900 Mill kWh) erzeugt. Weitere 21 DRG-Kraftwerke standen zur Aushilfe für den Fall der Unterbrechung der Stromlieferung aus fremden Kraftwerken bereit. Eine größere Zahl von elektrischen Lokomotiven und Triebwagen wurden beschafft, darunter auch je eine Versuchslok. der Achsfolge Bo-Bo der Maffei-Schwartzkopff Werke, der Bergmann Elektrizitätswerke und der SSW. Entwürfe für einige Lokomotiven mit Umrichtern sind in Arbeit. 5510 km sind jetzt mit Langschienenoberbau von 30 m Schienenlänge ausgerüstet. Auf der elektrisierten Wannseebahn wurden versuchsweise geschweißte Langschienen von 60 m Länge eingebaut. Die Stoßlücken werden zur Erhaltung der Betriebsicherheit künftig alle Jahre im November gemessen und berichtigt. Die Ausrüstung der Bahnen mit elektrischer Streckenblockung, Lichttagessignalen und Ausfahrvorsignalen wurde fortgesetzt und bei den bestehenden Streckenblockanlagen mit Schutzmaßnahmen gegen betriebstörende Fremdstrombeeinflussung weiter vorgegangen. Die Strecke Berlin—Hamburg hat dreibegriffige Vorsignale erhalten. Die Zugbeeinflussungseinrichtungen zur Verhütung des Überfahrens von Haltesignalen wurden verbessert und erweitert. Selbsttätige Warnanlagen für Wegübergänge sind auf Strecken mit Eisenschwellen ausgedehnt. Neu ist eine Einrichtung auf einer eingleisigen Hauptbahn, die bei verschiedenen Zuggeschwindigkeiten die Einhaltung einer annähernd gleichen Warnzeit gestattet. — Unter den Dampflokomotiven sind mehrere 25 at-Maschinen in Betrieb gekommen. Für den Verschiebedienst auf Bahnhöfen entwickeln die SSW eine Lokomotive mit 300 PS Spitzenleistung, die elektrischen Betrieb von einem Speicher aus hat, der durch eine eingebaute Ladegruppe in Form eines 75 PS-Dieselmotors mit direkt gekuppeltem Gleichstromgenerator aufgeladen wird. Diese Antriebsart ist auch bei einem Teil der neuen Kleinlokomotiven zur Anwendung gelangt. — Bei den D-Zugwagen und übrigen Personenwagen führt die Schweißung in Verbindung mit „Leichtbau in Stahl" zu erheblicher Gewichtsverminderung. Das Gewicht des geschweißten D-Zugwagens beträgt nur noch 36 t gegenüber 47 ··· 48 t bei dem genieteten Wagen, ohne daß die Festigkeit des geschweißten Wagens geringer geworden ist als die des genieteten. Die neue Druckluftbremse, Hildebrand-Knorr-Bremse, für Schnell-, Personen und Güterzüge wurde vom Internationalen Eisenbahnverband für Güterzüge im internationalen Verkehr zugelassen, so daß die DRG eine Anzahl von Wagen mit dieser Bremse versuchsweise ausrüsten läßt. *Pge.*

Speicher-Gelenktriebwagen. — Auf Grund von Erfahrungen mit einem seit 1930 in Dienst stehenden Versuchswagen hat die Great Southern Railway in Irland beschlossen, die Dampfzüge auf der Strecke Dublin-Bray

Digitized by Google

durch Speicher-Gelenktriebwagen zu ersetzen. Die Strecke weist starken Vorortverkehr auf; sie ist 23,2 km lang und hat einen mittleren Haltestellenabstand von 1,9 km. Die täglichen Fahrstrecken betragen bis zu 480 km. Das Aufladen der Batterie erfolgt an den Endbahnhöfen, wozu etwa 15 min/h zur Verfügung stehen. Die Gelenk-Triebwagen besitzen an jedem Ende ein zweiachsiges Drehgestell mit 2743 mm Radstand sowie ein gemeinsames, gleichfalls zweiachsiges Mitteldrehgestell mit 3048 mm Radstand. Der Drehzapfenabstand zwischen Mittel- und Enddrehgestell beträgt 16 053 mm, die Länge des Triebwagens über Puffer 38,3 m. Der Triebwagen bietet 38 Sitzplätze 1. Kl. und 102 Sitzplätze 3. Kl.; er wiegt 70 t. An jedem Außenende ist ein Führerstand vorgesehen, an dem Innenende ein Hochspannungs- bzw. Schaltraum und ein Gepäckabteil. Das Mitteldrehgestell ist mit zwei Tatzenlagermotoren von 200 PS, 500 V ausgerüstet, die durch elektro-pneumatische Schützen in Reihen-Parallel-Schaltung gesteuert werden. Die Batterie ist am Rahmen aufgehängt. Es finden alkalische Akkumulatoren nach Angabe von Dr. Drumm Anwendung[1], u. zw. 264 Zellen. Die Zellen messen 343 × 254 × 380 mm. Die Kapazität der Batterie beträgt 150 Ah bei einhalbstündiger, 600 Ah bei zweistündiger Entladung. Für 30 s können 1500 A abgegeben werden. An jedem Streckenendpunkt ist eine Ladestation vorgesehen, die im wesentlichen gleich ausgerüstet sind (Gleichrichter von 900 A bei 630 V); der Drehstrom von 50 Hz wird in Dublin jedoch mit 5 kV, in Bray mit 11 kV (in beiden Fällen vom Shannon-Werk) bezogen. (Rly. Engr. Bd. 53, S. 148.) *Spi.*

Bergbau und Hütte.

Untersuchungen über die Zündung von Brückenzündern durch beliebige Ströme und die sich daraus ergebenden Anforderungen an elektrische Zündmaschinen. — Zur Kennzeichnung der Endzündbarkeit von Brückenzündern[2]

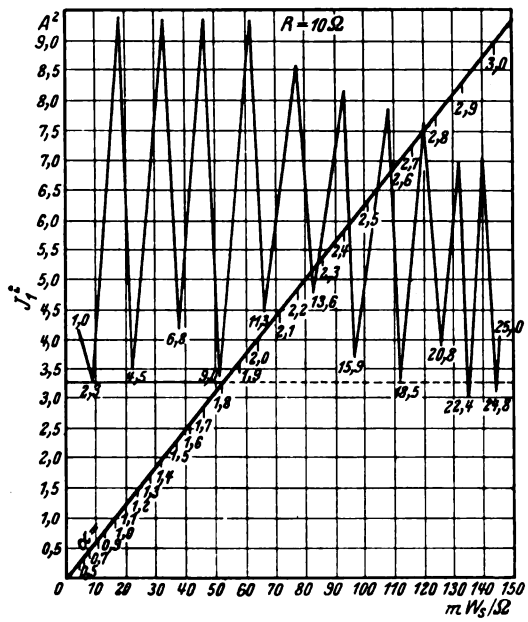


Abb. 3. W_s, I_1^2-Diagramm für eine Zündmaschinenstromkurve bei 10 Ω äußerem Widerstand.

durch beliebige Ströme führt Drekopf den Begriff Zündimpuls ein. Die Werte des Zündimpulses lassen sich für einen einzelnen Zünder im allgemeinen nicht messen, wohl aber lassen sich die Kleinst- und Höchstwerte des Zündimpulses für eine Zündsorte ermitteln. In besonders einfacher Weise ist dies möglich, wenn die zu prüfenden Zünder mit den Strömen abgetan werden, die ein sich entladender Kondensator hergibt. Da sich nach der amtlichen Zündmittelregelung alle Brückenzünder A[3] durch einen Strom von 0,8 A innerhalb 25 ms, also durch einen Stromimpuls von $0{,}8^2 \cdot 25 = 16$ mWs/Ω abtun lassen müssen, so ist der höchste zulässige Wert für alle Sorten von Brückenzünder A gleich 16 mWs/Ω. Die Zündzeiten sind im Gegensatz zum Zündimpuls keine den Zünder kennzeichnenden Eigenschaften, vielmehr hängen die Zündzeiten außer von den Eigenschaften des Zünders von der angewandten Zündstromstärke ab. Für die Entzündbarkeit von Brückenzündern ist ferner die kleinste Übertragungszeit von Bedeutung. Die gebotenen Anforderungen an solche Ströme, die für die versagersichere Zündung aller zur Zeit zugelassenen Brückenzünder A brauchbar sind, werden hergeleitet unter der Bedingung, daß die kleinste Übertragungszeit dieser Zünder nicht weniger als 1 ms beträgt. Zur Ermittlung der Brauchbarkeit von Stromkurven wird das W_s, I_1^2-Diagramm eingeführt, das in Abb. 3 der Stromkurve einer Zündmaschine bei 10 Ω äußerem Widerstand entspricht. Die Kurve ist aus der Oszillogrammaufnahme des Stromes der Zündmaschine durch näherungsweise rechnerische Integration gewonnen. Auf diese Weise sind nur die Minimawerte berechnet, die Maximawerte sind geschätzt. In Wirklichkeit sind die Verbindungslinien von Minima und Maxima keine geraden Linien. Zur weiteren Kennzeichnung sind an die Minima noch die Zeiten in ms angetragen, nach denen diese Minima erreicht waren. Im günstigsten

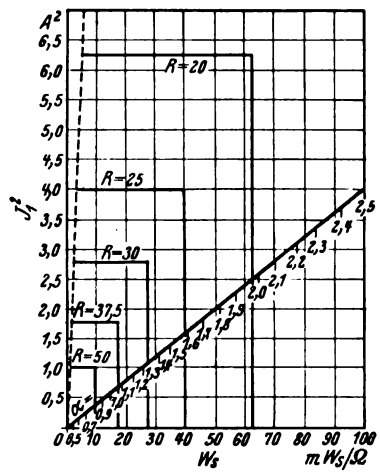


Abb. 4. W_s, I_1^2-Diagramm für die bei der stoßweise erfolgenden Belastung verschiedener äußerer Widerstände mit konstanter Gleichspannung erzeugten Stromstöße.

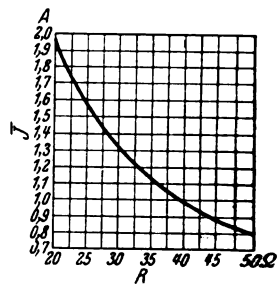


Abb. 5. Die sich aus Abb. 2 ergebenden Relativstromstärken in Abhängigkeit von äußerem Widerstand.

Falle genügt das dem Wert von $\alpha = 1{,}8$ entsprechende Rechteck der geforderten Bedingung, daß die untere Rechteckseite nicht von der Diagrammkurve durchschnitten wird. Die Zündmaschine liefert also bei 10 Ω äußerem Widerstand das 1,8fache der Stromstärke, die zur sicheren Zündung aller heute zugelassenen Brückenzünder A erforderlich ist. Aus dem Schaubild ergibt sich das Verfahren zur Bestimmung von α. Man verschiebt eine Gerade parallel zur Abszissenachse soweit aufwärts, bis die zwischen der Ordinatenachse und der Begrenzungsgeraden liegende Strecke der parallel verschobenen Geraden mit der Diagrammkurve mindestens einen Punkt gemeinsam hat. Der Schnittpunkt dieser Strecke mit der Begrenzungsgeraden gibt dann den Wert von α an. Für $\alpha < 1$ ist die Zündmaschinenstrom-Kurve unbrauchbar; für $\alpha = 1$ reicht sie gerade aus. Ist α größer als 1, so gibt die Zündmaschine mehr Strom her, als die versagersichere Zündung erfordert; die Zündmaschine genügt also auch noch bei Vorhandensein von Nebenschlüssen. Gleichzeitig gibt α in diesem Falle an, wieweit der Zündmaschinenstrom durch die Nebenschlüsse geschwächt werden darf. Da α danach einen Verhältniswert darstellt, könnte man α vielleicht als Relativstromstärke bezeichnen. Zur Kennzeichnung als Stromstärkenverhältnis soll anstatt α $\overline{I}$ geschrieben werden, was sich besonders anschaulich auswirkt, wenn man sich unter $\overline{I}$ die von der Maschine abgegebene Stromstärke in Amp. vorstellt und gleichzeitig annimmt, daß die Zünderkette zur versagersicheren Zündung einen Strom von mindestens 1 A gebraucht. Diese Verhältnisse verdeutlicht noch eine in England empfohlene Zündvorrichtung, die aus einer Batterie von Trockenelementen mit einem Schalter besteht, der den Strom eine bestimmte Zeit nach dem Einschalten selbsttätig wieder unterbricht. Die Spannung der Batterie sei mit 50 V, die Stromdauer mit 10 ms

[1] Bauangaben s. brit. Patent 365 125 v. 18. I. 1932.
[2] Vgl. ETZ 1932, S. 804 u. 945.
[3] Brückenzünder A sind solche, die folgenden Anforderungen genügen:
a) die Zünder sind sicher gegen mindestens 0,18 A Dauerstrom;
b) der Brückenwiderstand der Zünder liegt zwischen 1 und 3 Ω. Die Unterschiede der Brückenwiderstände einer Lieferung an einen Verbraucher dürfen 0,25 Ω nicht überschreiten;
c) die zur Zündung von mindestens 5 hintereinandergeschalteten scharfen Zündern erforderliche Stromstärke beträgt bei einer Stromdauer von 0,025 s höchstens 0,8 A.

Digitized by Google

angenommen. Das diesen Annahmen entsprechende Diagramm gibt Abb. 4 wieder. Die sich daraus ergebenden Relativstromstärken sind in Abb. 5 in Abhängigkeit vom äußeren Widerstand dargestellt Die Brauchbarkeit der Vorrichtung bis zu 39,5 Ω ist erkennbar, weil bei diesem Widerstand die Relativstromstärke gerade gleich 1 A ist. Bei einer Schießleitung sei nun eine Kette von 5 Zündern mit insgesamt 20 Ω Widerstand angeschaltet; der Zündkette liege ein Nebenschluß von 80 Ω parallel. Der gesamte äußere Widerstand beträgt dann 26 Ω. Hierbei ist die Relativstromstärke nach Abb. 3 gleich 1,52 A. Da durch die Zünderkette nur $^4/_5$ des Gesamtstromes gehen, erhält sie einen Strom von 1,21 A, kommt also ohne Versager. Bei einem Nebenschlußwiderstand von 20 Ω würde der Gesamtwiderstand 20 Ω sein. I ist jetzt = 1,98. Da durch die Zündkette jetzt nur die Hälfte des Gesamtstromes geht, würde die Zünderkette nur 0,99 A erhalten, also versagen können.

Aus dem zuletzt Erwähnten geht die praktische Anwendbarkeit des Begriffes der Relativstromstärke hervor. Zur vollständigen Kennzeichnung einer Zündmaschine muß man die Relativstromstärken für eine Reihe von äußeren Widerständen in der angegebenen Weise bestimmen. Diese Stromstärken wären auch auf dem Leistungschild der Zündmaschine anzubringen. Die Maschine würde dann als brauchbar in dem Bereich des äußeren Widerstandes anzusehen sein, in dem die Relativstromstärken nicht unter 1 A liegen. Die Leistungsfähigkeit einer Zündmaschine bemißt sich in der Weise, daß man den äußeren Widerstandsbereich festlegt, in dem die Relativstromstärken über 1 A liegen. Ist R ein Grenzwert dieses Bereiches, so entspricht dem Wert R die Schußzahl z, die sich zu $z = \frac{R-10}{4}$ errechnet.

An Hand der erörterten Richtlinien wird die Leistungsfähigkeit der heute gebräuchlichen Zündmaschinen nachgeprüft. Die Prüfung ergibt, daß ihre Leistungsfähigkeit in vielen Fällen nicht genügt. Die meisten heute im Gebrauch stehenden Zündmaschinen unterscheiden sich nicht wesentlich von den seit Jahren üblichen. Zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Zündmaschinen werden Vorschläge gemacht. Es ist beabsichtigt, durch eine amtliche Regelung für die Zündmaschinen bestimmte Anforderungen aufzustellen, wie es bereits für die übrigen Zündmittel geschehen ist. (Drekopf, Glückauf 1932, S. 269 u. 298.) *Sgm.*

Fernmeldetechnik.

Fernsprechkabel Festland—Sardinien. — Pession berichtet über die neue Fernsprechverbindung von Rom nach Sassari (Sardinien), die das Meer durch ein 270 km langes Unterseekabel überbrückt. Bei der Planung des Kabels dachte man wegen der Länge des Weges erst an den Einbau einer Verstärkerstation auf der kleinen Insel Montecristo; aus wirtschaftlichen Gründen verließ man jedoch diesen Gedanken. Das Kabel wurde von Pirelli, Mailand, nach Patenten der Western El. Co. hergestellt,

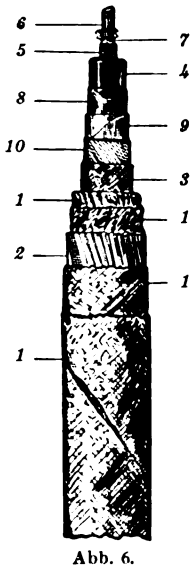


Abb. 6.

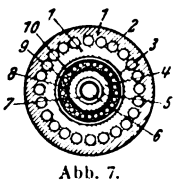


Abb. 7.

1	Jute	6	Cu-Draht, 3,1 mm
2	24 Stahldrähte, 2,41 mm	7	5 Cu-Streifen, 1,96 × 0,32 mm
3	Paraffinband	8	Baumwollband
4	3 Schichten Guttapercha, max. 12 mm	9	Teredo-Schutz, Cu 0,1 mm
5	Weicheisendraht, 0,25 mm	10	52 Cu-Drähte, 0,78 mm

Abb. 6 u. 7. Grundkabel, Type D.

u. zw. diente als Vorlage das Key-West-Havanna-Kabel[1]. Während die Küstenkabel zwei Leiter besitzen, ist das eigentliche Tiefseekabel ein Krarupkabel mit einem Leiter von 3,1 mm Kupferdurchmesser. Abb. 6 zeigt den Aufbau, Abb. 7 den Querschnitt. Der Krarupmantel wird durch eine Eisendrahtspirale von 0,25 mm Dmr. gebildet und der Rückleiter aus einer Armatur von 52 Kupferdrähten von je 0,78 mm Dmr. Unter letzteren befindet sich eine Kupferbandspirale von 0,1 mm Dicke als Schutz gegen den Angriff der Teredomuschel. Der Außendurchmesser des Kabels ist 28,5 mm und das Gewicht 1750 kg/km. In dem Aufsatz werden die Messungen in der Fabrik und während der Verlegung beschrieben, die mit dem Kabelschiff „Città di Milano“ (der ehemaligen „Oldenburg“) erfolgte und ohne Zwischenfälle ablief. Besondere Sorgfalt wurde bei der Herstellung auf gleichmäßige Gestaltung der Scheinwiderstände gelegt, um eine Rohrverstärkung zu erlauben.

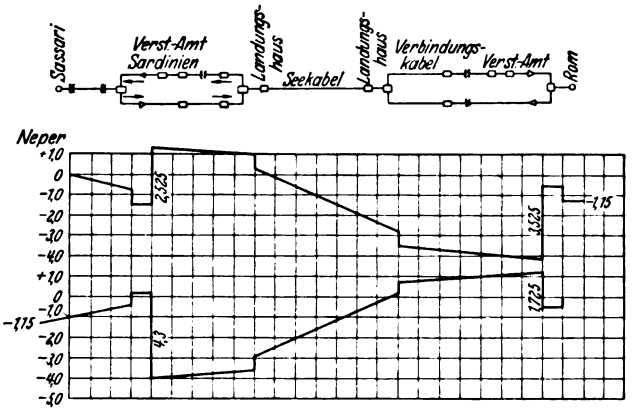


Abb. 8. Pegeldiagramm der Strecke Sassari—Rom.

Die Kabelstrecke von 269,973 km zwischen den beiden Kabelhäusern des Festlandes und der Insel ist wie folgt aufgeteilt:

Küstenkabel mit	2	Leitern und	Bleimantel
,, ,,	2	,, ohne	,,
,, ,,	1	Leiter	
Tiefseekabel ,,	1	,,	
Zwischenkabel ,,	1	,,	
Küstenkabel ,,	1	,,	
,, ,,	2	Leitern ohne	Bleimantel
,, ,,	2	,, mit	,,

Die Verbindung zwischen dem Fernamt in Sassari und Rom wird gebildet durch eine 3 mm Bronze-Doppelleitung bis zum Verstärkeramt in der Nähe des Kabelhauses an der Küste, einem Untererd-Pupinkabel (Papierkabel) zwischen Verstärkeramt und Kabelhaus. Auf dem Festlande führt vom Kabelhaus ein Pupin-Erdkabel zum Verstärkeramt in Rom. In Abb. 8 ist das Pegeldiagramm der Gesamtstrecke dargestellt. Das verlegte Kabel erlaubt gleichzeitig außer der Fernsprechverbindung als Hauptzweck eine Duplex-Unterlagerungs-Telegraphieverbindung sowie eine Duplex-Überlagerungs-Telegraphieverbindung mit 3000 Hz bzw. 3500 Hz. Auf den Ausbau der letzteren hat die Verwaltung vorläufig noch verzichtet. (G. Pession, Alta Frequenza Bd. 1, S. 165.) *Rtz.*

Großleistungsröhren. — In den ersten Rundfunksendern wurden Röhren mit einer Leistung von etwa 1,5 kW verwendet. Die Vergrößerung der Leistungen der Sender, die im Laufe der Entwicklung des Rundfunks einsetzte, wurde anfangs durch Parallelschaltung einer bis zu der erstrebten Senderleistung ausreichenden Röhrenzahl durchgeführt, wobei für jede im Betrieb ausfallende eine Ersatzröhre vorgesehen war, die u. U. selbsttätig mit den zugehörigen Spannungen umschaltbar sein mußte. Die Parallel- und Umschaltung zahlreicher Röhren machten den technischen Aufbau und die technischen Einrichtungen sehr verwickelt und störungsanfällig und hatten schließlich ihre natürlichen Grenzen. Die Forderungen an einen sicheren und möglichst störungsfreien Betrieb drängten zur Verwendung von Röhren größerer Leistung an Stelle der Parallelschaltung mehrerer Röhren. Die Entwicklung führte in Deutschland über Röhren von 10, 20, 40 kW Leistung schließlich zu den Großleistungsröhren von 150 und 300 kW.

Während die 1,5 kW-Röhre sich von den Empfangsröhren im wesentlichen nur durch die Größenabmessungen unterscheidet, mußten die Senderöhren größerer Leistung nach anderen, neuen Gesichtspunkten gebaut werden. Die Senderöhre hat die Aufgabe, die zugeführte Gleich- oder Wechselstromleistung in Hochfrequenzleistung umzu-

[1] ETZ 1933, S. 101.

Digitized by Google

setzen. Bei dieser Umwandlung geht ein Teil der zugeführten Energie verloren und wird in Wärme umgesetzt, die Anodenbleche glühen. Bei den Röhren unter 10 kW wird die Wärme in den Senderaum abgestrahlt; für größere Leistungen würde die abgestrahlte Wärme die Glasglocke in unerträglicher Weise erhitzen. Ebenso wie bei den Verbrennungsmotoren größerer Leistung die Luftkühlung durch Wasserkühlung ersetzt worden ist, muß die Anode bei Röhren größerer Leistung durch Wasser gekühlt werden. Am einfachsten wird die Kühlung der Anode dadurch ermöglicht, daß sie aus dem Inneren der Röhre herausgenommen und selbst zu einem Teil der Röhrenwandung gemacht wird, die dem Kühlwasser unmittelbar zugänglich ist. Die Anode besteht bei der Großleistungsröhre aus einem starken an dem einen Ende abgeschlossenen Kupferzylinder, in dessen Innerem die anderen Röhrenelektroden, die Kathode und das Gitter, untergebracht werden. Die Zuführung zu den von der Anode umschlossenen Elektroden

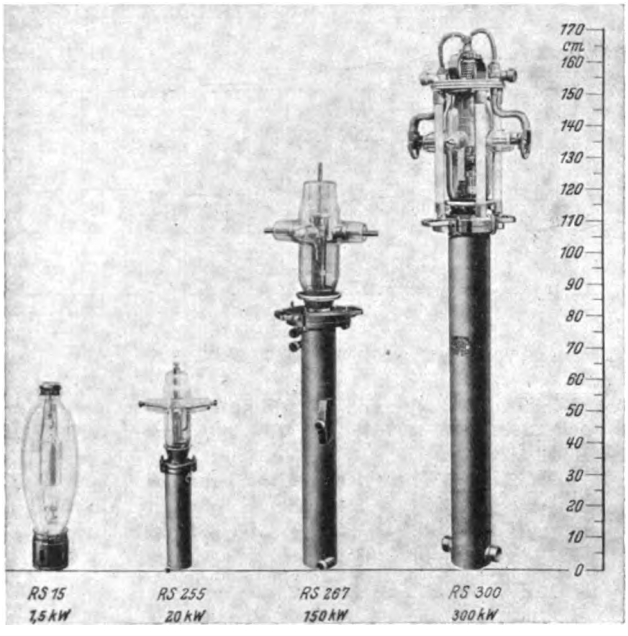


Abb. 9. Verschiedene Muster von Senderöhren.

müssen gegeneinander sowie gegen die Anode selbst so gut isoliert sein, daß bei den auftretenden Betriebspannungen bis zu 20 000 V keine Durchschläge auftreten. Der Glaskörper, der zur Isolation von Kathode und Gitter verwendet wird, dient gleichzeitig als Träger dieser Röhrenteile; er hat ferner die wichtige Aufgabe, den offenen Teil der Anode luftdicht abzuschließen, damit das Innere der Röhre für den Betrieb luftleer gemacht werden kann. Der Technik war hierbei die schmelztechnische Aufgabe gestellt, Glas und Metall auch an großen Flächen so zu verschmelzen, daß die oben erwähnten Anforderungen erfüllt wurden. Die Aufgabe ist nach Überwindung großer Schwierigkeiten gelöst worden. Eine weitere Forderung war die, das aus Metall und Glas bestehende Röhrengebilde so zu evakuieren, daß der Entladungsraum den Betriebspannungen bis zu 20 000 V gewachsen war. Dieses Vakuum wird dadurch erreicht, daß die Röhre längere Zeit bis zur Rotglut erhitzt und dabei leergepumpt wird, bis alle in dem Metall enthaltenen Gasreste entfernt sind. Abb. 9 zeigt die Größenverhältnisse und den Aufbau von Großleistungsröhren. Der untere schwarze Zylinder enthält die Anode; wir sehen das Äußere des Kühlzylinders; durch die Schraubstutzen wird das Kühlwasser für die Anode zugeführt. Der Glaskörper auf dem Zylinder enthält die Zuführungen für die Kathode und das Gitter, die sich langgestreckt im Innern des Anodenzylinders befinden, und dient gleichzeitig als Träger dieser Teile. Bei der 300 kW-Röhre sind besondere auf der Anode montierte Stützisolatoren zur Entlastung des Glaskörpers vorgesehen.

Die Kathoden der in Deutschland gebauten Großleistungsröhren bis zu 150 kW werden durch Gleichstrom geheizt. Bei den Röhren zu 300 kW Leistung ist man zur indirekten Wechselstromheizung übergegangen. Die großen Heizleistungen dieser Röhren machen es notwendig, die Kathodenanschlüsse sowie die Heizstromzuleitungen ebenso wie die Anode durch Wasser zu kühlen. Die Anodenschlußstützen sind in der Abbildung über den Stützisolatoren sichtbar. Um die Größenabmessungen der Kathode zu kennzeichnen sei erwähnt, daß zur Verhinderung der Deformation beim Betriebe auf die Kathode ein Zug von 70 kg durch eine geeignete Federung ausgeübt wird. Eine derartige Großleistungsröhre unterscheidet sich in ihrer Wirkungsweise nicht von den kleinen Empfangs- und Senderöhren.

Zum Betrieb einer 300 kW-Röhre sind notwendig: ein Heizstrom von 1800 A bei 17 V Spannung, eine Anodenruhespannung von 12 000 V. Der Emissionsstrom beträgt etwa 200 A; zur Erreichung des Sättigungsstromes ist in der Gitterebene eine Spannung von 800 V erforderlich, die einer Steilheit der Röhre von 250 mA/V entspricht. Das Kühlwasser wird durch eine Rückkühlanlage geliefert, es werden 156 l/min benötigt.

Der Deutschlandsender in Königswusterhausen und der neue von der Firma Telefunken gebaute Rundfunksender auf dem Bisamberg bei Wien werden mit Großleistungsröhren von 300 kW betrieben; bei dem ersteren sind sie erstmalig erprobt worden. Die neuen Sender in Berlin und Hamburg sollen mit solchen Röhren ausgerüstet werden. Die Sender in Breslau, Leipzig und München enthalten 150 kW-Röhren. Die Röhren sind von den Firmen Telefunken, Siemens & Halske und Osram entwickelt worden; die Deutsche Reichspost hat der Entwicklung das größte Interesse entgegengebracht und sie nach Kräften gefördert.

Blr.

Der Funkfernsprechdienst in Großbritannien 1932. — Der Funksprechdienst wurde 1932 bedeutend erweitert. Unmittelbare Funksprechverbindungen für den öffentlichen Verkehr wurden mit Südamerika, Ägypten und Kanada eröffnet. Die für den unmittelbaren Sprechverkehr zwischen England und den zugehörigen Inseln benötigten Apparate sind im Bau; der Verkehr auf diesen Strecken wird voraussichtlich im Laufe des Jahres 1933 aufgenommen werden. Für den Verkehr mit den überseeischen Ländern wirkt sich der Zeitunterschied günstig aus. Für die Stunden von 17 — 19 h läßt sich ein Sprechverkehr mit Ägypten und Kanada gleichzeitig im Gabelbetrieb auf Welle 22 m durchführen. Im Winter, wenn für den Betrieb mit Ägypten die 22 m-Welle ungeeignet ist, wird zur Abwicklung des ägyptischen Sprechverkehrs der australische Sender mitbenutzt. Auch der Verkehr mit Südafrika und mit Südamerika (Argentinien und Brasilien) wird mit einer gemeinsamen Betriebseinrichtung abgewickelt, obwohl in diesem Fall ein Gabelbetrieb wegen des Frequenzunterschieds nicht angängig ist. Die Verwendung einer gemeinschaftlichen Apparatur macht indes Schwierigkeiten, wenn in London Verbindung zwischen zwei entfernten Funkstellen, wie z. B. zwischen Australien und den V. S. Amerika, hergestellt werden soll. In solchen Fällen werden die üblichen Sender und Empfänger benutzt und die Leitungen im Londoner Fernamt zusammengeschaltet. Soll jedoch ein Gespräch etwa zwischen Ägypten und Kanada abgewickelt werden, so ist nach dem vorstehend Gesagten eine solche Zusammenschaltung nicht möglich, weil nur ein Sender und ein Empfänger verfügbar sind. Die Verbindung kann in diesem Falle nur unter Mitbenutzung eines für einen andern Dienst bestimmten Senders oder Empfängers hergestellt werden. Unmittelbare Funksprechverbindungen unterhält England mit Ägypten, Argentinien, Australien, Brasilien, Chile, Kanada, Südafrika, den V. S. Amerika sowie mit einer Anzahl von Schiffen in See. Ferner stehen ihm mittelbare Verbindungen zur Verfügung u. a. mit Französisch-Indochina, Kuba, Mexiko, Marokko, Neuseeland, Niederländisch-Indien und Venezuela.

Sprechversuche im Ultrakurzwellenbereich wurden von Marconi mit der 57 cm-Welle durchgeführt und ergaben größere Reichweiten als bei optischen Wellen. Die Postverwaltung hat solche Versuche mit der Welle von 5 m angestellt, um Anschlußverbindungen zwischen Orten auszuprobieren, die durch eine Meeresbucht voneinander getrennt sind, und für die sich die Verlegung von Kabeln zu teuer stellt oder zu schwierig gestaltet. Sehr erfolgreiche Versuche dieser Art fanden zwischen Weston-super-Mare und Cardiff statt. Die weiteren Versuche sollen erweisen, ob mehrere solcher Verbindungen dicht nebeneinander betrieben werden können, ohne sich gegenseitig zu stören. (Electrician Bd. 110, S. 110.) *Gth.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Durchschlag-Feldstärke des homogenen Feldes in Luft. — Nach genauer Bestimmung von Übersetzungsverhältnissen und Scheitelfaktoren mit Ebenenelektroden des Rogowski-Profiles $\psi = 120°$ wird die Beziehung zwischen Gasdichte und Durchschlagspannung unter Berücksich-

Digitized by Google

tigung aller Nebenerscheinungen untersucht und gefunden, daß das Paschensche Gesetz für den gemessenen Bereich (Gasdichte $\delta = 0{,}8 \ldots 1{,}1$ und Elektrodenabstand $a = 0{,}01 \cdots 12$ cm) exakt erfüllt ist. Zur Bestimmung der Abhängigkeit zwischen Feuchtigkeit und Durchschlagspannung wird eine statische Methode der Messung des Dampfdruckes angewendet und festgestellt, daß die Durchschlagspannung mit wachsendem Dampfdruck zunimmt, dagegen bei wirksamer Bestrahlung von der relativen Feuchtigkeit vollständig unabhängig ist. Die relative Feuchtigkeit übt jedoch auf den Verzögerungseffekt einen erheblichen Einfluß aus, u. zw. nimmt die Funkenverzögerung mit zunehmender relativer Feuchtigkeit ab und verschwindet praktisch bei dem Wert 100 %.

Die Durchschlag-Feldstärken $\mathfrak{E}_d$ für Ebenenelektroden werden für ganzzahlige Werte $a\,\delta$ aus den zahlreichen Messungen ausgewertet und mit bisher bekannt gewordenen Meßresultaten verglichen. Sämtliche erhaltenen Meßwerte ($a\,\delta = 0{,}06 \ldots 12$ cm mit einer Genauigkeit von 1 ... 0,5 %) erfüllen sehr gut den Schumannschen Ansatz

$$\alpha = \frac{A}{\mathfrak{E}_d^2}\, e^{B/\mathfrak{E}_d^2} \qquad (1)$$

dessen Konstanten sich zu $B = 6{,}07 \cdot 10^3$ und $A/\alpha\, a\, \delta = 3{,}65 \cdot 10^5$ bestimmen, und die Parabelgleichung

$$U_d = \frac{1}{\sqrt{A}} \sqrt{a\,\delta} + B\, a\, \delta = 6{,}66 \sqrt{a\,\delta} + 24{,}55 \cdot a\, \delta, \qquad (2)$$

letztere mit einem mittleren Unterschied zwischen Rechnung und Messung von 0,33 %.

Die Durchschlagspannung ist proportional dem Gasdichtefaktor δ', der sich aus Gl. (2) ableitet zu

$$\delta' = \frac{\sqrt{\delta} + B\sqrt{A}\, a}{1 + B\sqrt{A}\, a},$$

wo $B\sqrt{A}$ bei allen Elektrodenabständen 3,7 ist. Aus dieser Formel geht hervor, daß die Durchschlagspannung erst bei sehr großen Elektrodenabständen angenähert proportional der Gasdichte δ angesehen werden darf und die bisher immer angewendete Art der Umrechnung von Durchschlagswerten auf Normalzustand nach dem Proportionalitätsgesetz um so größere Fehlwerte ergibt, je kleiner a und δ sind.

Unter Anwendung einer Korrektion für den Einfluß des Dampfdruckes e (in mm Hg) ergibt sich die Durchschlagspannung zu

$$U_d = \frac{1}{\sqrt{A}} \sqrt{a\,\delta} + \left[B + 0{,}41\left(\frac{e}{10} - 1\right)\right] a\, \delta.$$

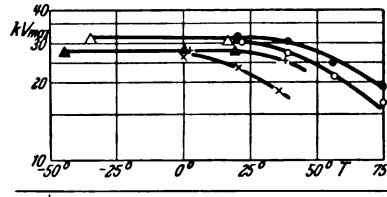
Es wird gezeigt, daß durch Vernachlässigung des Dampfdruckeinflusses und Umrechnung der Durchschlag-Feldstärken auf Normalzustand mit Hilfe des Proportionalitätgesetzes die Diskrepanzen zwischen den bisher bekannt gewordenen Meßresultaten verschiedener Autoren zum Teil erklärt werden können. (H. Ritz, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 4, S. 219.)

Gleichrichterwirkung des Kupferoxyduls. — W. Schottky, R. Störmer und F. Waibel haben den Sitz der Gleichrichterwirkung im Kupferoxydul-Gleichrichter untersucht. Durch Sonden wurde die Spannungsverteilung zwischen den Elektroden gemessen. Das Ergebnis war, daß unipolare Sperrwirkungen nur an den Grenzen von Kupferoxydul gegen aufgebrachte Elektroden bestehen; der Bahnwiderstand des Kupferoxyduls gehorcht dem Ohmschen Gesetz. Graphitelektroden zeigen eine sehr geringe Sperrwirkung, so daß die Untersuchung auch durch Aufnahme der Strom-Spannungs-Kennlinie zwischen einer Graphitelektrode auf der Rückseite und der zu untersuchenden Elektrode auf der Vorderseite vorgenommen werden kann. Die Sperrwirkung aufgestäubter Goldelektroden erweist sich klein, wenn die Oxyduloberfläche vorher poliert, geschmirgelt oder mit dem Sandstrahlgebläse bearbeitet wurde, groß an geätzten Oberflächen. Doch zeigen Versuche mit an Sauerstoff übersättigten oder untersättigten Oberflächen, daß der chemische Zustand der geätzten Oberfläche keinen ausschlaggebenden Einfluß hat. Daher glauben die Verfasser, daß der Effekt im wesentlichen von der geometrischen Form der Berührungsfläche abhängt und daß überall, wo bei ausgedehnten Flächen stärkere Sperrwirkung auftritt, keine homogene Berührung zwischen Elektrode und Oxydul stattfindet, sondern nur eine Berührung in einzelnen von einander getrennten kleinen Flächen. In der Tat zeigen Metall- oder Graphitspitzen mit abnehmendem Auflagerdruck hohe Sperrwirkung; ebenso tritt der Sperrwiderstand stark hervor bei extrem schmalen aufgestäubten Strichelektroden. Der Einfluß der geometrischen Form der Berührungsfläche wird noch rechnerisch behandelt. (W. Schottky, R. Störmer u. F. Waibel, Z. Hochfrequenztechn. Bd. 37, S. 162.) *Br.*

Der Kugelblitz. — Nach M. E. Mathias besteht zwischen dem Linienblitz und dem Kugelblitz ein genetischer Zusammenhang. Beim Linienblitz beobachtet man mitunter einen Restblitz, der sich mehrere Sekunden lang hält und, bei horizontaler Bahn, langsam zu Boden sinkt. Diesen Restblitz schreibt der Verfasser einer unbekannten Stickstoff-Sauerstoff-Verbindung zu (Blitzmaterie, matière fulminante), die sich unter Energieaufnahme bei hohen Temperaturen bildet und bei Abkühlung explosionsartig zerfällt. Bei kurzen kräftigen Linienblitzen ist der Querschnitt der gebildeten Blitzmaterie so groß, daß die Abkühlung ziemlich langsam vor sich geht. Die Oberflächenspannung bewirkt dann, daß diese Materie sich zu Körpern von möglichst kleiner Oberfläche zusammenballt und damit die Kugelblitze bildet. (M. E. Mathias, Bull. Soc. franç. Électr. Bd. 10, S. 1280.) *Br.*

Hochspannungstechnik.

Zwischengebiet zwischen Wärme- und rein elektrischem Durchschlag. — In den letzten Jahren ist mehrmals die Meinung vertreten worden, daß es außer dem Gebiet des Wärmedurchschlags und des rein elektrischen Durchschlags noch dazwischen ein Übergangsgebiet geben müßte. Die amerikanischen Forscher Moon und Norcross glauben, das Vorhandensein eines solchen Zwischengebiets für eine Reihe von Isolatoren, z. B. Glas, experimentell bewiesen zu haben. Nun erscheint aber das Vorhandensein eines solchen Zwischengebiets für homogene feste Isolatoren vom theoretischen Standpunkt wenig begreiflich. Es wäre in zwei Fällen möglich: 1. falls die „rein elektrische" Festigkeit der festen Isolatoren durch die Temperatur in einem bedeutenden Maße beeinflußt wird; 2. falls die zum Durchschlag führenden rein elektrischen Vorgänge das Eintreten des Wärmedurchschlags begünstigen. Die erste Annahme trifft für Glas bestimmt nicht zu, da die bei Stoßspannungen gemessene, dem rein elektrischen Mechanismus entsprechende Durchschlagspannung sich in einem weiten Temperaturbereich nicht ändert. Die zweite Annahme könnte nur in einem sehr engen Feldstärkebereich zutreffen, also kein Zwischengebiet von einigermaßen bedeutender Ausdehnung verursachen.



	Spannung	Elektroden	Beanspr.-Zeit
△	Gleichspannung	Spiritus	3 s
●		angesäuertes Wasser	3 s
○			3 min
▲	Wechselspannung	Spiritus	3 s
+		angesäuertes Wasser	3 s
×			3 min

Abb. 10. Die Abhängigkeit der Durchschlagspannung von der Temperatur für Glasprüflinge (Schichtdicke 0,1 mm) mit Flüssigkeitselektroden.

Die von Inge und Walther veranstalteten sorgfältigen Versuche zeigen, daß man bei Temperaturerhöhung sowohl bei Gleich- als auch bei Wechselspannung aus dem Gebiet des rein elektrischen Durchschlags unmittelbar in das Gebiet des Wärmedurchschlags übergeht. Eine Reihe der gemessenen Kurven ist in Abb. 10 dargestellt. Der linke waagerechte Teil der Kurven entspricht dem rein elektrischen Durchschlag, der durch Unabhängigkeit der Durchschlagspannung von der Temperatur und der Beanspruchungsdauer gekennzeichnet wird. Oberhalb 25 ° C bei Gleichspannung und 0 ° C bei Wechselspannung beginnt eine Abhängigkeit der Durchschlagspannungen gleichzeitig von der Temperatur und der Beanspruchungsdauer. Es kann mit voller Gewißheit gezeigt werden, daß hier der Wärmedurchschlag einsetzt. Den größeren Verlusten bei Wechselspannung entsprechend, liegen die Durchschlagspannungen bei dieser Spannungsart niedriger als bei Gleichspannung. Ein Zwischengebiet läßt sich nicht entdecken. Die Versuchsergebnisse der amerikanischen Forscher scheinen durch ungünstige Wahl des Elektrodenmaterials und der Kühlungsbedingungen gefälscht zu sein. (L. Inge u. A. Walther, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 10, S. 716.)

Digitized by Google

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Hauptversammlung der Vereinigung der Elektrizitätswerke, Essen 1933. — Die diesjährige Hauptversammlung der Vereinigung der Elektrizitätswerke E. V. fand am 30. VI. 1933 in Essen statt, einen Tag vor der Eröffnung der großen Elektrowärme-Ausstellung. Über den geschäftlichen Teil der Tagung wurde bereits kurz berichtet[1]. Der Geschäftsführer der Vereinigung, Dir. Dr. Passavant, Berlin, erstattete den Jahresbericht. Wie zu erwarten war, hat das vergangene Jahr wiederum einen Rückgang der Elektrizitätserzeugung gebracht, der zwar mit 7,5% geringer ist als der im Jahr 1931 (11 %), aber immerhin die Lage der Elektrizitätswirtschaft weiter verschlechtert. Es bedarf der größten Anstrengungen, um den Rückschlag der letzten Jahre in absehbarer Zeit wieder auszugleichen. Das im vergangenen Jahr mit der Reichspostverwaltung abgeschlossene Abkommen über die Beseitigung von Rundfunkstörungen ist in Wirkung getreten, und die erfreuliche Zusammenarbeit mit der Reichspostverwaltung hat sich bisher reibungslos abgespielt. Auf Grund der vorliegenden Erfahrungen bemüht sich die Vereinigung einerseits, auf Verbesserung der Empfangsgeräte und Vervollkommnung der Rundfunkinstallation im Sinne einer größeren Unempfindlichkeit gegen Störungen hinzuarbeiten, anderseits sucht sie auf die Hersteller derjenigen Starkstromgeräte einzuwirken, die als besonders starke Störer des Rundfunks zunächst konstruktiver Verbesserungen bedürfen.

Die allgemeine Verschlechterung der Wirtschaft, unter der auch die Installateure leiden, hat diese veranlaßt, einen Antrag an die Reichsregierung zu richten, wonach den Elektrizitätswerken sofort überhaupt jede Installationsarbeit wie auch jeder Vertrieb von Elektrogeräten verboten werden solle. Die Vereinigung hat bei den zuständigen Reichsministerien unter eingehender Darstellung der obwaltenden Verhältnisse gegen den Antrag der Installationsfirmen Stellung genommen. Unabhängig von diesen bedauerlichen Gegensätzen wird sie ihre bisherigen Bemühungen zur Anbahnung immer engerer Gemeinschaftsarbeit mit den Installationsfirmen fortsetzen. Es sei zu hoffen, daß auch bei den Installationsfirmen die Einsicht wiederkehrt, daß ihr eigenes Schicksal auf das engste an die Erfolge gebunden ist, die die Elektrizitätswerke in der Durchführung einer zielbewußten Werbung für den Ausbau ihrer Absatzgebiete erstreben.

Für die Elektrizitätswerke gilt es ganz allgemein nicht nur die alten Absatzgebiete zu erhalten, sondern neue aussichtsreiche zu gewinnen, und in diesem Sinne muß unmittelbar vor der Eröffnung der Elektrowärme-Ausstellung erkannt werden, daß das Elektrowärmeproblem eine geradezu unerschöpfliche Quelle fruchtbarer technischer Qualitätsarbeit darstellt.

Am Schluß des Geschäftsberichtes wurde die Tariffrage gestreift. Die Elektrizitätswirtschaft selbst beklagt die Uneinheitlichkeit der Tarife, die entstanden und bedingt ist durch die Verschiedenheit der Versorgungsgebiete und die individuelle Entstehung und Entwicklung der einzelnen Unternehmungen. Es kommt in Zukunft weniger auf eine absolute Vereinheitlichung der Preise an, die in absehbarer Zeit unmöglich ist, als auf die Schaffung einheitlicher Grundformen der Tarife und ihre Vereinfachung; hierzu bedarf es allerdings einer befreienden Tat.

In der öffentlichen Sitzung begrüßte Gen.-Dir. Lange, Gispersleben, in Vertretung des dienstlich verhinderten Vorsitzenden Dir. Dr. Jahncke, Berlin, die zahlreich erschienenen Mitglieder und Gäste des In- und Auslandes. Er führte mit Bezug auf die nationale Erneuerung aus, daß gerade in der Versorgung der Bevölkerung mit Gas, Wasser und Elektrizität der wohlverstandene Grundsatz des Führers: Gemeinnutz geht vor Eigennutz selbstverständlich sei, aber anderseits ebenso selbstverständlich die Elektrizitätswirtschaft innerlich gesund gehalten werden müsse. Dies sei nur möglich durch ruhige, stetige Weiterentwicklung ihrer technisch-wissenschaftlichen Grundlagen, insbesondere durch weitere Erforschung der Anwendungsmöglichkeiten der Elektrowärme in Industrie, Gewerbe und Haushalt. Sichtbarer Ausdruck der Bedeutung dieser Arbeiten sei die Elektrowärme-Ausstellung Essen 1933, in deren Zeichen die Hauptversammlung der VDEW stehe. — An die Ansprache schlossen sich verschiedene offizielle Begrüßungsansprachen, insbesondere der Gäste aus dem Ausland.

[1] ETZ 1933, S. 711.

Die auf der Hauptversammlung erstatteten Vorträge behandelten die Anwendungsgebiete der Elektrowärmetechnik. Zunächst referierte Dr. Passavant, Berlin, über Elektrowärme und Energiewirtschaft. Elektrizität ist selbst Energie in vollendeter Form, frei von jeder Stofflichkeit und unbegrenzt verwendbar. Bei ihrer geradezu stufenlosen Regelbarkeit hinterläßt sie keine Rückstände, sie kann auf jeden beliebigen Wärmegrad eingestellt werden und läßt sich in ihrer Wirkung unmittelbar auf die Arbeitstelle beschränken. Sie bedarf keines stofflichen Trägers und kann der Anwendungstelle praktisch verlustlos zugeführt werden. Wie das elektrische Licht seinerzeit die Gestaltung der Lichtträger vollkommen verändert hat, und wie der Elektromotor den Weg zum Einzelantrieb freigemacht hat — neuzeitliche Fabrikanlagen sind praktisch transmissionslos —, so verspricht auch die Einführung der Elektrowärme weitergehende Umstellungen und Vereinfachungen. Wohl das größte Gebiet, das die Elektrowärme sich in den letzten Jahren erobert hat, ist die Schweißung; so ist z. B. die längste Straßenbrücke Deutschlands, die Schlachthofbrücke in Dresden, ein durch Elektroschweißung zusammengefügter Stahlbau. — Bei der Untersuchung der Wirtschaftlichkeit der Elektrowärmebetriebe kommt es nicht darauf an, wieviel Wärme erzeugt wird, sondern ausschlaggebend ist die nutzbare Wärmemenge, die der Arbeitsvorgang selbst erfordert, und die Verringerung der Kosten der Arbeitsvorrichtungen und ihrer Bedienung.

Die Einführung der Elektrowärme hat auch die Herstellung geeigneter Wärmeisolierstoffe wesentlich gefördert, und mit der Anwendung elektrischer Wärme muß die Verbesserung dieser Isolierstoffe parallel gehen.

Dipl.-Ing. Kunze, Essen, sprach über die Bedeutung elektrischer Öfen für die Industrie. Der Ofenbau hat in letzter Zeit erhebliche Fortschritte gemacht. Man baut heute Induktionsöfen kernloser Bauart für Leistungen bis zu 4 t und kann bei kaltem Einsatz mit ihnen rd. 60 t in 24 h schmelzen; für Mittel- und niedere Temperaturen haben sich z. B. für das Glühen von Messing- und Metallrohren und für das Anlassen von Massengütern Elektroöfen mit zwangsweiser Luftumwälzung eingeführt. Durch Schaffung neuer Heizleiter-Werkstoffe können die Temperaturen auf 1300 ··· 1400 ° C gesteigert werden. Dies ist im Hinblick auf die Härtung hochwertiger Edelstähle und das Brennen hochwertiger keramischer Stoffe wichtig.

Reichsbahnoberrat Prof. Bardtke, Wittenberge, wandte sich dem Gebiet der Elektroschweißung für Reparaturzwecke zu. Die Elektroschmelzschweißung hat an Umfang zugenommen; sie wird im Ausbesserungswesen bei der Schweißung von Stahl dazu verwendet, gerissene Teile wieder zu vereinigen, Risse zu verschweißen oder unbrauchbar gewordene Teile durch Anschuhen zu ersetzen. Besondere Bedeutung hat die Elektroschweißung noch als Auftragschweißung und bei der Wiederherstellung gebrochener Gußeisenstücke gewonnen.

Obering. Jonas, Berlin, berichtete über praktische Erfahrungen mit Elektroschweißung in den Betriebswerkstätten eines Elektrizitätswerkes, während Dipl.-Ing. Mörtzsch, Berlin, zu der Frage Stellung nahm: „Was können Elektrizitätswerke für die weitere Verbreitung der Elektroschweißung tun?“. Sie können sie dadurch fördern, daß sie bei ihren eigenen Bestellungen grundsätzlich geschweißte Konstruktionen bevorzugen und in ihren eigenen Betriebswerkstätten in möglichst großem Umfang elektrische Schweißmaschinen verwenden. In Deutschland seien zur Zeit bereits über 15 000 elektrische Schweißmaschinen im Betrieb. *Kdm.*

Energiewirtschaft.

Die Versorgung Chicagos mit elektrischer Energie. — Innerhalb des Stadtgebietes von rd. 200 Quadratmeilen lebt eine Bevölkerung von 3 375 000 Menschen (1930). Das gesamte Versorgungsgebiet besitzt eine Größe von rd. 6000 Quadratmeilen, es wird von rd. 4 775 000 Menschen bewohnt.

Da die städtischen Behörden die Errichtung von Industrieanlagen am Seeufer (Michigan-See) nicht zulassen, sind die ersten Kraftwerke innerhalb des Stadtbezirks am Chicago-Fluß erstellt worden. Das älteste Kraftwerk ist Fisk Station; 10 Jahre jünger ist Quarry Station. Als nächstes Kraftwerk ist North-West Station gebaut; vor etwa 10 Jahren wurde dann Calumet Station am Calumet-River dem Betrieb übergeben. Als letztes Kraftwerk innerhalb der Stadtgrenzen wurde Crawford-Avenue Station errichtet. Dieses liegt rd. 5 Meilen unterhalb von Fisk- und Quarry Station am Chicago-River.

Digitized by Google

Bis vor etwa 5 Jahren konnte Chicago also aus Kraftwerken innerhalb des Stadtbezirkes den gesamten Energiebedarf decken. Verschiedene Überlegungen führten jedoch zu einem Wechsel dieser Strompolitik. Inzwischen sind folgende drei neuerbaute Großkraftwerke außerhalb Chicagos von immer größerer Bedeutung für die Stromversorgung der Stadt geworden:

1. Waukegan Station, 30 Meilen nördlich der Stadt,
2. State Line Station, an der südlichen Grenze der Stadt,
3. Powerton Station, rd. 150 Meilen von Chicago.

Während State Line und Waukegan Station am See liegen, ist Powerton Station am Illinois-River erbaut.

Die Kohle kommt fast nur aus dem mittleren und südlichen Illinois-Gebiet. Heizwert-Unterschiede des Brennstoffes gleichen sich ungefähr aus, da die Kohle mit dem höheren Heizwert weiter entfernt liegt, also höhere Frachtkosten verursacht. Für die Kraftwerke, die außerhalb der Stadtgrenzen liegen, ist die Kohle zwar billiger, hier kommen aber die Kosten der Fernleitung der elektrischen Energie hinzu. Insgesamt genommen sollen die Kosten des Gesamtenergietransports in allen Fällen ungefähr die gleichen sein.

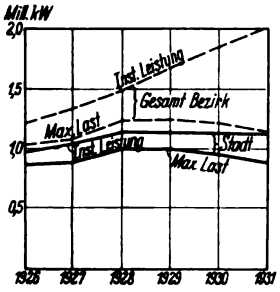


Abb. 11. Installierte Leistung und Höchstbelastung.

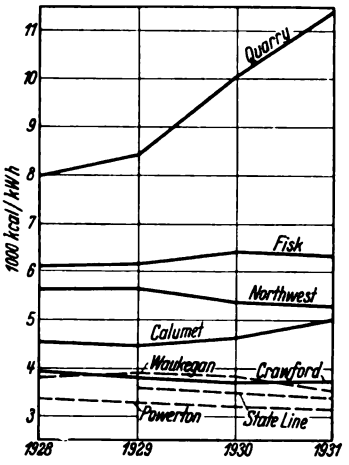


Abb. 13. Spezifischer Wärmeverbrauch der Kraftwerke.

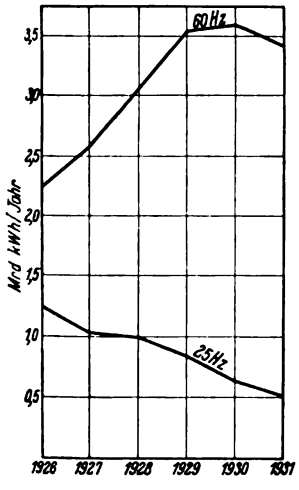


Abb. 12. Jährliche Erzeugung von 60 und 25 Per/s-Strom.

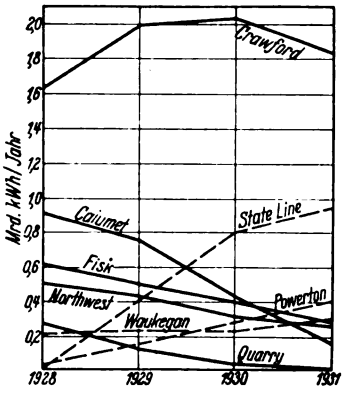


Abb. 14. Strombezug aus den Kraftwerken.

Während man zuerst die einzelnen Kraftwerke mit 33 000 V- und dann mit 66 000 V-Leitungen verbunden hatte, wurde die Verbindungsleitung mit State Line Station für 132 000 V gebaut. Die nächste Verbindungsleitung mit Powerton Station soll den elektrischen Strom mit 220 000 V nach Chicago bringen.

Die beigefügten Kurvenblätter geben einige interessante Daten aus der Entwicklung wieder. Die Abb. 11 zeigt die Entwicklung der installierten Leistung in den Kraftwerken und der Höchstbelastung im städtischen und im Gesamtbezirk während der letzten Jahre. Die Kurven in Abb. 12 zeigen die jährliche Erzeugung an 60 und 25 Per/s Strom. Die Kurven Abb. 13 geben den spez. Wärmeverbrauch pro kWh der einzelnen Kraftwerke im Jahresdurchschnitt an. Es zeigt sich, daß die 3 Kraftwerke außerhalb des Stadtgebietes den geringsten Brennstoffverbrauch haben. Als Auswirkung dieser Tatsache werden diese Werke immer mehr zur Stromversorgung Chicagos herangezogen, während die Kraftwerke innerhalb der Stadtgrenzen mit Ausnahme von Crawford immer mehr zum Erliegen kommen (Abb. 14). So sind von dem Stromverbrauch Chicagos im Jahre 1928 nur rd. 6 %, im Jahre 1931 aber rd. 39 % als Fernstrom erzeugt worden.

Aus den Angaben des Aufsatzes sollen noch einige Folgerungen gezogen werden. Die Stromerzeugung und der spez. Wärmeverbrauch der einzelnen Kraftwerke im Jahresdurchschnitt sind in der folgenden Zahlentafel 1 enthalten.

Zahlentafel 1.

Kraftwerk	Mill kWh/Jahr	spez. Wärmeverbrauch kcal/kWh
Powerton	rd. 410	rd. 3 150
State Line	„ 940	„ 3 390
Wankegan	„ 300	„ 3 520
Fernstrom:	rd. 1650	rd. 3 350
Crawford	„ 1840	„ 3 770
Calumet	„ 175	„ 5 040
Northwest	„ 255	„ 5 300
Fisk	„ 290	„ 6 430
Quarry	„ 10	„ 11 450
Kraftwerke im Stadtgebiet	„ 2570	„ 4 340
alle Kraftwerke	„ 4220	„ 3 950

Der spez. Wärmeverbrauch pro nutzbar erzeugte kWh ist also sehr gering, trotzdem noch ältere Kraftwerke mit schlechten Wirkungsgraden in Betrieb sind. Er entspricht (bei Kohle mit rd. 7000 kcal/kg) einem spez. Kohlenverbrauch

von rd. 0,478 kg/kWh für den Fernstrom,
„ „ 0,620 „ „ „ Stadtstrom,
„ „ 0,565 „ „ „ Gesamtstrom.

Bei allmählicher Ausschaltung der alten Kraftwerke dürfte der spez. Kohlenverbrauch in einigen Jahren auf rd. 0,5 kg/kWh sinken. Die spez. Wärmeverbrauchszahlen aus dem Jahre 1928 sind nach der gleichen Berechnung die folgenden:

rd. 3950 kcal/kWh für den Fernstrom,
„ 4800 „ „ „ Stadtstrom,
„ 4540 „ „ „ Gesamtstrom.

Eine weitere interessante Folgerung ergibt sich aus dem Verhältnis von Jahreshöchstbelastung zu installierter Leistung.

Im Jahre 1931 war die

inst. Leistung aller Kraftwerke . . .	rd. 2 000 000 kW
Höchstbelastung	„ 1 125 000 „
Leistungs-Reserve	rd. 875 000 kW = 43,7 %.

Im Jahre 1928 war die

inst. Leistung aller Kraftwerke . . .	rd. 1 470 000 kW
Höchstbelastung	„ 1 225 000 „
Leistungs-Reserve	rd. 245 000 kW = 16,7 %.

Man erkennt hier die Folgen der Krise: Weiterer Ausbau der Kraftwerke in Erwartung höheren Strombedarfs, in Wirklichkeit aber ungefähr gleichbleibende Erzeugung.

Die Benutzungsdauer der Höchstlast war in den beiden Jahren:

$$1931\ \frac{3\,970\,000\,000\ \text{kWh}}{1\,125\,000\ \text{kW}} = \text{rd. } 3\,520\ \text{h/Jahr}$$

$$1928\ \frac{4\,185\,000\,000\ \text{kWh}}{1\,125\,000\ \text{kW}} = \text{rd. } 3420\ \text{h/Jahr}$$

Das entspricht einem Belastungsfaktor von rd. 40,2 bzw. 39 %.

Auf die installierte Leistung bezogen ergibt sich in den beiden Jahren eine jährliche Ausnutzung der Kraftwerke von

$$1931\ \frac{3\,970\,000\,000\ \text{kWh}}{2\,000\,000\ \text{kW}} = \text{rd. } 1985\ \text{h/Jahr}$$

$$1928\ \frac{4\,185\,000\,000\ \text{kWh}}{1\,470\,000\ \text{kW}} = \text{rd. } 2850\ \text{h/Jahr}$$

Auch diese Zahlen kennzeichnen den Einfluß der Wirtschaftskrise. (N.E.L.A. Bull. Bd. 19, S. 674.)

K. Schr.

Digitized by Google

AUS LETZTER ZEIT.

Neue Mikrowellenversuche Marconis. — In einem Vortrag vor der Königlich-Italienischen Akademie über Telegraphie- und Telephonieversuche mit Mikrowellen von etwa 60 cm, die er zu Anfang August ausgeführt hat. Der Sender befand sich in Santa Margherita, Ligure, in 38 m Höhe über See und der Empfänger auf der Jacht „Elektra", die im Tyrrhenischen Meer kreuzte, 5 m über See. Obwohl die Sehweite nur 30 km betrug, erhielt die Jacht die Sendungen mit großer Stärke und Regelmäßigkeit auf 150 km. Darüber hinaus konnten die Versuche nicht dauernd fortgesetzt werden, weil die Navigation es nicht gestattete, den Reflektor auf der Jacht dauernd auf den Sender zu richten. Jedoch waren schwache Morsezeichen bis Porto Santo Stefano auf 258 km aufnehmbar, obwohl hohe Berge dazwischen lagen. Die Erfolge werden auf die Verbesserung der Sende- und Empfangsapparate und die benutzten Reflektoren zurückgeführt.

Aus der Industrie. — Erfreuliche Zeichen wirtschaftsbelebender Initiative sind von der Mix & Genest AG. zu melden. Das Unternehmen beschäftigte im Januar 1268, im Februar 1297, März 1389, April 1429, Mai 1532, Juni 1574 und Ende Juli 1603 Arbeiter. Hierzu kommen mehr als 400 Angestellte, so daß die Gesamtzahl der Beschäftigten jetzt über 2000 Köpfe beträgt. Von dem Arbeitsbeschaffungsprogramm der Reichspost erwartet man einen weiteren Aufschwung, der dem bewährten Fachpersonal für längere Zeit Beschäftigung sichert und der neue Arbeitsplätze schafft. Auch das Privatgeschäft läßt auf eine wirtschaftliche Allgemeinbelebung hoffen.

Erste Braune Groß-Messe in Leipzig[1]. — Auch der Verkehrsabteilung der Industrie- und Handelskammer zu Berlin sind Abzeichen für die Erste Braune Groß-Messe in Leipzig zugegangen. Die Abzeichen sind im genannten Büro zum verbilligten Preise von 1,50 RM erhältlich. Zum Besuch der Mustermesse (im Stadtinnern) sind besondere Ausweis-(Zusatz-)karten zum Ausnahmepreis von 1,50 RM erhältlich.

Korrosionstagung 1933 der Arbeitsgemeinschaft „Korrosion". — Die Arbeitsgemeinschaft „Korrosion" (Verein deutscher Ingenieure, Verein deutscher Eisenhüttenleute, Verein deutscher Chemiker, Deutsche Gesellschaft für Metallkunde) veranstaltet am 10. XI. 1933 in Berlin ihre diesjährige Korrosionstagung. Die auf einen Tag berechnete Vortragsfolge wird vorwiegend Nichteisenmetalle behandeln. Die Vorbereitung liegt in den Händen der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde im Verein deutscher Ingenieure, Berlin NW 7, Friedrich-Ebert-Str. 27.

Ein 20 Millionen-Bau in Potsdam. — Nach langwierigen Verhandlungen ist, wie die Berliner Börsen-Zeitung vom 1. IX. d. J. berichtet, nunmehr entschieden worden, daß drei bedeutsame wissenschaftliche Anstalten nach Potsdam verlegt werden. Es handelt sich um die Physikalisch-Technische, die Chemisch-Technische und noch eine dritte wissenschaftliche Reichsanstalt, die in 30 neuen Gebäuden untergebracht werden sollen. Die Neubauten, die etwa 20 Mill RM kosten werden, werden im Laufe von etwa vier Jahren erstellt werden. Die Beamten und ihre Familien, die sich nunmehr in Potsdam ansiedeln werden, dürften eine Kopfzahl von etwa 5000 erreichen.

SITZUNGSKALENDER.

Hessische Elektrotechnische Gesellschaft Darmstadt. 9. und 10. IX. 1933: 25jährige Jubiläumsfeier.

9. IX. 1933, 5 h: Jubiläumsfeier mit Damen im gr. Hörsaal d. Elektrotechn. Instituts d. T. H. Darmstadt. Festvortrag Prof. Dr. Hans Busch. Thema: „Wissenschaftliche Grundlagen der elektrischen Fernübertragung von Sprache und Musik" (mit Experimenten); abds. 8½ h: Bierabend mit Damen im gr. Saal der Vereinigten Gesellschaft, Rheinstraße 36.

10. IX. 1933, 3 h: Gemeinsamer Ausflug mit Damen an die Bergstraße.

Elektrotechnischer Verein des rhein.-westf. Industriebezirkes Duisburg. 13. IX. 1933, abds. 7½ h, Kruppsaal des Städt. Saalbaus. Vortrag Ob.-Ing. Redelberger, Mülheim-Ruhr, „Aus den Werkstätten des Mülheimer Werkes der SSW AG.: Turbogeneratoren großer Leistung".

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 851.

Elektrotechnische Gesellschaft Halle. 14. IX. 1933, abds. 8¼ h. Saal d. Bierhauses Engelhard. Vortrag Dr. Kesselring, Berlin, „Wissenschaftliche Untersuchungen an elektrischen Lichtbögen im Zusammenhang mit dem Schaltproblem".

Ostdeutscher Elektrotechnischer Verein Königsberg, Pr. 11. IX. 1933, abds. 8 h. Hörsaal des I. Physikal. Instituts der Universität, Steindamm 6. Vortrag Prof. Dr.-Ing. Erwin Marx, „Gleichstrom-Hochspannungsenergieübertragung im besonderen Hinblick auf die Energieversorgung Ostpreußens".

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

A. von Eicken †.

Am 31. VII. d. J. verschied Direktor August von Eicken. Im Jahre 1855 in Mülheim a. d. Ruhr geboren, besuchte er das Gymnasium in Koblenz, wo er das Reifezeugnis erwarb, und studierte auf den Polytechniken in Karlsruhe und Hannover. Nachdem er u. a. bei der Köln-Mindener Eisenbahn und bei der Berlin-Hamburger Eisenbahn tätig gewesen war und die technische Vertretung der Firma Friedr. Krupp in Berlin innegehabt hatte, trat er Oktober 1893 in die Abteilung für Zentralanlagen bei Siemens & Halske ein. Seitdem hatte er ständig seine Kräfte dem Hause Siemens zur Verfügung gestellt. Im Jahre 1900 wurde er in das Kabelwerk versetzt, dem er dann bald dauernd bis zu seinem Übertritt in den Ruhestand, Ende 1920, als Leiter angehörte. Er hat also den größten Teil der gewaltigen Entwicklung auf dem Gebiet der Starkstrom- und Schwachstromkabel führend mitgemacht. Auf Einzelheiten hier einzugehen, würde zu weit führen, zumal von Eicken die Eigenschaft besaß, zwar Anregungen zu geben, aber den Kollegen in den Ausführungen weitgehende Freiheit zu lassen und stets ermunternd den Fortgang der Arbeiten zu fördern. Die Entwicklung der Bleipressen, um nur noch eine wichtige technische Frage zu erwähnen, für die bereits Werner von Siemens sich bahnbrechend eingesetzt hatte, hatte von Eicken gleichfalls energisch in die Hand genommen.

Eg.

Hermann Jahncke †.

Mit Hermann Jahncke ist ein hervorragender Führer aus den Reihen der deutschen Elektrizitätswirtschaftler abgerufen worden. Er erlag am 16. VII. 1933 plötzlich und unerwartet einem Herzschlag, der diesen sieghaft starken Mann im Urlaub in Wüstung (Kreis Neumarkt, Schlesien) fällte.

Es sei mir als einem alten Freunde des Verstorbenen gestattet, ihm diesen Nachruf zu widmen.

Geboren am 5. XII. 1870 zu Mariendorf in Mecklenburg als Sohn eines Landwirts und Rittergutspächters, besuchte er die Oberrealschule am Weidendamm zu Berlin, sodann 2 Jahre die höhere Maschinenbauschule zu Breslau und schließlich wiederum 2 Jahre die T. H. Hannover als Hörer für Maschinenbaukunde und Elektrotechnik. Ein Jahr Praktikum bei der Maschinenfabrik J. Kemna in Breslau schloß sich an, und diese Ausbildung befähigte ihn, schon am 1. IV. 1891 als erst 20jähriger junger Ingenieur in die Dienste des damaligen Generalvertreters von Schlesien der Firma Siemens & Halske, Herrn C. Krimping in Breslau, zu treten, wo man bald seine besondere Eignung für führende Stellungen erkannte. Das Stammhaus der Firma verpflichtete ihn am 1. VII. 1898 als Bauleiter des Städtischen Elektrizitätswerks Landeck in Schlesien. Die Betrauung mit dem Bau eines Elektrizitätswerkes galt in jenen Jahren als Zeichen besonderen Vertrauens der Firma. Die verbindliche, vornehme Art Jahnckes, zu verhandeln, ließ die Firma in ihm die besondere Eignung für die Leitung wichtiger auswärtiger Geschäftstellen erkennen. So wurde er vom 1. VII. 1899 ab 3 Jahre Handelsbevollmächtigter und Leiter des Technischen Büros Berlin, 1¼ Jahre des Hamburger und von 1904 ab Chef des mit der rheinisch-westfälischen Schwerindustrie geschäftlich eng verbundenen Technischen Büros Essen. In diesen Stellungen, besonders in Essen, wo er bis zum Ausbruch des Weltkrieges tätig war, erwarb er sich unvergeßliche Verdienste um seine Firma, sammelte auch durch geschäftlich regen und persönlich freundschaftlichen Verkehr mit den leitenden Herren des RWE-Essen eingehende Kenntnisse und Erfahrungen der praktischen Elektrizitätswirtschaft, die ihm zu seiner letzten großen Stellung als Vorsitzender Direktor der Elektrowerke die Wege ebneten.

Wir wollen nicht vergessen, seiner tapferen Bewährung an der Front im Weltkrieg zu gedenken, in dem er zunächst als Oberleutnant d. R. bei einem Regiment der

Digitized by Google

schweren Fußartillerie kämpfte, in dem er bald zum Hauptmann d. R. und Batterieführer aufrückte.

Am 1. III. 1918 berief man ihn an die Spitze der reichseigenen Elektrowerke, des noch heute an erzeugter elektrischer Arbeit größten deutschen Elektrizitätswerkes. In dieser führenden Stellung kamen ihm seine Doppelausbildung in Maschinenbau und Elektrotechnik und seine bereits oben erwähnten in Essen gesammelten reichen Erfahrungen für die Elektrogroßwirtschaft zustatten: er wurde, die Elektrowerke von damals (etwa 100 000 kW Leistung) bis auf ihre heutige ansehnliche Größe von 735 000 kW Maschinenleistung nach und nach ausbauend, eine anerkannte Kapazität auf dem Gebiete der Elektrogroßwirtschaft. Diese Anerkennung zeigt sich in der Berufung in zahlreiche wichtige Aufsichtsratsposten in der Elektrowirtschaft.

Hermann Jahncke †.

Das Ostpreußenwerk ist sein Kind. Es wurde am 10. I. 1920 eingeweiht und gab den Anlaß für die Universität Königsberg, ihm die Würde eines Dr. rer. pol. h. c. zu verleihen. Die Vereinigung der Elektrizitätswerke berief Jahncke in den Jahren 1922, 1923 und 1924 in den Vorstandsrat und wählte ihn vom Oktober 1930 ab zu ihrem 1. Vorsitzenden. Er hatte dieses Amt bis zu seinem Tode inne und wirkte in dieser Stellung besonders segensreich für die Elektrizitätswirtschaft u. a. durch tatkräftige Förderung der Verhandlungen mit der Reichsrundfunkgesellschaft über die Rundfunkentstörung und die Verständigung mit den Gaswerken über den Charakter der beiderseitigen Werbung für Gas und Elektrizität, die als sog. „Frieden von Halle" unter seiner Leitung zustande kam und sich bis heute zur beiderseitigen Zufriedenheit ausgewirkt hat.

Der vielbeschäftigte, fleißige Mann führte mit seiner liebenswürdigen, lebensfrohen Gattin eine überaus harmonisch-glückliche Ehe, und aus seinem vorbildlich-herzlichen Familienleben erwuchs ihm stets neue Arbeitsfreude und Kraft zu weiterem erfolgreichen Schaffen.

Dr. Jahncke war ein gerader, aufrechter, treu-deutscher Mann, ein liebenswürdiger, vornehmer Charakter, ein energischer, zielklarer Leiter von Versammlungen, der mit großer Hingebung, peinlicher Gewissenhaftigkeit und vorbildlicher Sauberkeit und Lauterkeit alle seine Ämter verwaltet hat.

So war sein Leben und Wirken ein Segen für die Elektrizitätswirtschaft, die sein Andenken dankbar in hohen Ehren halten wird. Dr. R. Werner.

Karl Zickler †. — In Brünn starb am 20. VIII. im Alter von fast 73 Jahren Hofrat Dr. Karl Zickler, Prof. eremit. der Elektrotechnik an der Deutschen Technischen Hochschule Brünn. Prof. Zickler hat in Prag studiert, wurde dann Assistent an der T. H. Wien unter A. v. Waltenhofen und habilitierte sich in Wien 1890. 1891 erfolgte seine Berufung als Professor nach Brünn.

H. Lux. — Der Schriftführer der Beleuchtungstechnischen Gesellschaft, Berlin, und langjähriger Mitarbeiter der ETZ, Dr. Heinrich Lux, konnte in diesen Tagen seinen 70. Geburtstag feiern. Die seltene geistige Frische und ungebeugte Arbeitskraft des Jubilars geben zu der Hoffnung Anlaß, daß seine reichen Erfahrungen der Beleuchtungstechnik auch weiterhin zustatten kommen werden.

Hochschulnachrichten. — An der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich ist eine Professur für technische Physik begründet worden; auf den neuen Lehrstuhl wurde Dr. Fritz Fischer, Leiter der Versuchslaboratorien der Siemens & Halske AG., Berlin, berufen. Mit der Professur werden Forschungslaboratorien verbunden.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die elektrische Kraftübertragung. Bd. 2: Die Niederspannungs- und Hochspannungs-Leitungsanlagen. Von Dipl.-Ing. H. Kyser. 3., vollst. umgearb. u. erw. Aufl. Mit 395 Abb. u. 55 Zahlentaf., X u. 490 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. 34 RM.

Der Umfang des Buches ist gegenüber der 2. Auflage in bezug auf Text, Abbildungen und Tabellen um rd. 25 % gewachsen. Es hat das Werk aber nicht nur dem Umfange nach, sondern auch dem Inhalte nach in bezug auf das gebotene Material zugenommen. Es sind die seit dem Erscheinen der 2. Auflage erzielten Fortschritte in der Ausführung neuerer Kraftübertragungsanlagen berücksichtigt worden. Der Verfasser behandelt alles, was für die Projektierung und für den Bau und Betrieb von Überlandnetzen wichtig ist. Er hat damit allen Ingenieuren, die ihre Tätigkeit auf diesem Arbeitsgebiet haben, einen guten Leitfaden gegeben. Aber auch dem Elektroingenieur, der sich nicht speziell mit Leitungsanlagen zu befassen hat, ist die Möglichkeit geboten, sich durch Benutzung dieses Lehrwerkes auf die bequemste Art und Weise schnell einen Überblick zu verschaffen, was man auf dem Kraftübertragungsgebiet wissen muß. — Auch dem jüngeren Ingenieur wird das Buch eine gute Stütze sein, um sich beim Eintritt in die Praxis einarbeiten zu können. —

Das Werk ist in 3 Abschnitte unterteilt. Der 1. Abschnitt, die elektrischen Verhältnisse der Kraftübertragung, gibt alle Berechnungsunterlagen, die hierfür notwendig sind. Es wird mit den Gleichstromnetzen begonnen und dann zu Wechsel- bzw. Drehstromnetzen übergegangen.

Von der Berechnung von Niederspannungsleitungen geht es zu Hochspannungsleitungen über, wobei die Berechnungsweise — vom Einfacheren zum Komplizierteren fortschreitend — für Leitungen ohne bzw. mit Selbstinduktion und ohne bzw. mit Kapazität gezeigt wird. Von der Berechnung mit verteilter Kapazität ist Abstand genommen, da sie für Überlandzentralen im allgemeinen nicht notwendig ist und in speziellen Lehrbüchern behandelt wird.

Das Gebiet der vermaschten Netze, wie sie namentlich bei städtischen Anlagen vorkommen, ist für das Gleichstromsystem behandelt, aber für das Drehstromsystem nur gestreift worden. Rechnungsbeispiele erläutern die gegebenen Formeln.

Im 2. Abschnitt wird der mechanische Aufbau der Freileitungen eingehend behandelt. Es ist dem Verfasser gelungen, einen guten Leitweg durch den Vorschriftenwald zu geben. Auch die Beschreibung der verschiedenen Bauteile, Leitungsmaterialien, Isolation, Maste, Kreuzungen und Fundierungen ist eingehend vorgenommen worden.

Der 3. Abschnitt ist den Kabelleitungen gewidmet. Es werden die gegenüber Freileitungen größenordnungsmäßig stark abweichenden elektrischen Eigenschaften der Kabel behandelt. Die verschiedenen Kabeltypen werden eingehend beschrieben — namentlich

Digitized by Google

die in neuerer Zeit entwickelten Kabelsysteme, H-Kabel, Ölkabel, Kabel erhöhter Belastbarkeit usw. Wertvoll sind die verschiedenen Kurvenblätter über Induktivität, Kapazität und Erdschlußstrom der verschiedenen Kabeltypen.

Bei der Besprechung der Betriebsfernsprecher wäre es erwünscht, einige Angaben über die gerichtete Hochfrequenztelephonie zu erhalten und nicht nur auf die Druckschriften der Hersteller zu verweisen.

Den Schluß des Werkes bildet ein kurzer Abschnitt über die Prüfung und über die Ortsbestimmung von Fehlern. Es wäre auch hier sehr erwünscht, wenn dieses für die Inbetriebsetzung und für den späteren Betrieb — seien es ober- oder unterirdische Leitungen — wichtige Kapitel bei einer späteren neuen Auflage erweitert und ergänzt würde.

Einer Anregung beim Erscheinen der 2. Auflage folgend, sind eine Reihe von Preistabellen, Preiskurven für Kabel, Freileitungen, Isolatoren und Maste gegeben. Hierdurch hat das Werk eine wertvolle Ergänzung erhalten. Interesse bietet auch ein Vergleich der Anlagekosten einer größeren Kraftübertragung mit Freileitungen bzw. Kabeln. Allerdings hätte die Berechnung weiter auf die jährlich entstehenden Kosten ausgedehnt werden können, da nur diese erkennen lassen, welches System Vorteile bietet. Die Anlagekosten allein sind hierfür nicht maßgebend. Erwähnenswert ist eine Tabelle über Leitungsbaukosten und ihre verhältnismäßige Aufteilung für Leitungsmaterial, Isolation, Maste und Montage.

Für eine neue Auflage wäre eine Durchsicht mit Rücksicht auf Wiederholungen erwünscht, es würden sich dadurch einige Kürzungen ergeben. Um ein Beispiel zu nennen, sei auf die Stromverdrängung hingewiesen, sie wird an vier verschiedenen Stellen behandelt, von denen drei im Sachverzeichnis angegeben sind. Augenscheinlich ist von der früheren Auflage die Bemerkung stehen geblieben, daß es zweckmäßig für Freileitungen wäre, nicht größere Querschnitte als 120 mm² zu verwenden, wenn nicht „besondere Gründe" vorliegen. Diese Angabe müßte dahingehend ergänzt werden, daß derartige „besonderen Gründe" jetzt häufiger vorliegen, da in Deutschland Freileitungen mit Querschnitten bis zu 400 mm² gebaut worden sind.

Das Werk ist mit zahlreichen Abbildungen versehen, zum größten Teil sind es photographische Aufnahmen, die anschaulich zeigen, wie die verschiedenen Anlageteile einer Uebertragung in der Praxis verwirklicht sind. Auch die gegebenen perspektivischen Skizzen und Schaltbilder sind klar und deutlich. Burger.

Die Praxis der automatischen Lautstärkeregelung und Fadingkompensation. Von R. Wigand. Mit 24 Abb. u. 32 S. in 8°. Verlag Rothgießer & Diesing AG., Berlin 1933. Preis geh. 1 RM.

Die selbsttätige Regelung hat zwei Aufgaben zu erfüllen, erstens die großen Lautstärkeunterschiede, die beim Übergange vom Empfang eines entfernten leisen auf einen lautstarken Sender (Ortsender) auftreten, und zweitens die durch die Schwundvorgänge hervorgerufenen Lautstärkeschwankungen auszugleichen; schaltungstechnisch lassen sich diese beiden Aufgaben mit den gleichen Mitteln lösen. Nach einer einleitenden kurzen Bemerkung über den Schwund und seine Entstehung werden der erforderliche Regelbereich und die grundsätzlichen Schaltmöglichkeiten selbsttätig wirkender Einrichtungen erörtert; alsdann wird an einigen Beispielen gezeigt, wie nachträglich eine selbsttätige Regelung unter Anwendung der vorher besprochenen Schaltungen eingebaut werden kann. Ferner werden an Schaltbildern der Aufbau von Zwischenfrequenzempfängern mit selbsttätiger Schwund- und Lautstärkeregelung besprochen und die Stücklisten für den Aufbau von zwei Geräten gebracht. In einem weiteren Abschnitt werden die „Überkompensation" und die Mittel zu ihrer Behebung behandelt. Man versteht darunter die Erscheinung, daß durch die selbsttätige Regelung beim Schwund zu viel Verstärkung nachgeliefert wird, und die Lautstärke ansteigt. Zur Verbesserung und Vereinfachung der Schaltungen schlägt der Verfasser den Bau neuer Röhrenmuster vor, die mehrere Aufgaben gleichzeitig erfüllen. Das Büchlein gibt einen guten Überblick über die behandelten Fragen. Es ist in erster Linie zur Unterrichtung und Anleitung des Bastlers bestimmt. Das Wort „Fading" und andere Fremdwörter hätten sich m. E. vermeiden lassen.

M. Bäumler.

Vorlesungen über Differential- und Integralrechnung. Bd. 2: Funktionen mehrerer Veränderlicher. Von Prof. R. Courant. 2. verb. u. verm. Aufl. Mit 106 Textfig., VIII u. 412 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis geb. 19,60 RM.

Die zweite Auflage dieses beliebten und wirklich schätzenswerten Buches (Besprechung der ersten Auflage siehe ETZ 1929, S. 1427) bringt zwei wesentliche Verbesserungen: erstens einen Abschnitt über die Gammafunktion, die nach Artin als die konvexe Lösung ihrer Funktionalgleichung charakterisiert wird, nebst einer kurzen Darstellung der Betafunktion, zweitens eine Ausgestaltung des Schlußkapitels über Differentialgleichungen. Hier sind sowohl theoretische Untersuchungen wie auch praktische Anwendungen auf Seil und Balken hinzugekommen, wodurch dieses an sich etwas knappe Kapitel entschieden gewonnen hat. Im ganzen ist das Buch um etwa 50 Seiten länger geworden, die eine wirkliche Bereicherung darstellen. Das Werk kommt zur Unterstützung der Vorlesungen auch an Technischen Hochschulen wesentlich in Frage.

Hamel.

Die thermodynamische Berechnung der Dampfturbinen. Von Prof. Dr.-Ing. G. Forner. Mit 57 Abb. i. Text u. 25 Zahlentaf., V u. 127 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis geh. 7,50 RM, geb. 8,50 RM.

Im Gegensatz zu anderen Lehrbüchern, die nur die Berechnungsgrundlagen und gelegentlich einige Zahlenbeispiele bringen, ist dieses Buch ganz darauf eingestellt, dem Leser die wärmetechnische Berechnung einer Dampfturbine in allen Einzelheiten vorzuführen. Es wird gezeigt, wie zunächst durch die Berechnung der letzten Stufe die Größe der Turbine ungefähr festgelegt werden kann, wie dann eine besondere Berechnung für die erste Stufe erforderlich ist und wie sich schließlich die Berechnung der übrigen Stufen ergibt. Bei Überdruckturbinen ist die Berechnung von Einzelstufen und Stufengruppen erläutert. Auch die Druckstufen einkränziger und mehrkränziger Bauart mit leichter Überdruckwirkung werden ausführlich behandelt. Das Buch ist für Studierende und auch für den Gebrauch in der Praxis sehr zu empfehlen, wobei besonders die sehr übersichtliche tabellarische Form für alle Zahlenrechnungen hervorgehoben sei. Eine in dieser Form aufgestellte Berechnung kann man noch nach Jahren in allen ihren Einzelheiten vollständig nachprüfen, ein Umstand, der in der Praxis von größter Wichtigkeit ist und den man auch in anderen Gebieten der Technik mehr als bisher beherzigen sollte. Zinzen.

Blätter für Geschichte der Technik. H. 1. Herausg. v. Österr. Forschungsinstitut f. Geschichte der Technik in Wien. Schriftleitung: Dr.-Ing. L. Erhard. Mit 8 Taf., 88 Textabb., VII u. 214 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Wien 1932. Preis kart. 7,50 RM.

Dem Technischen Museum für Industrie und Gewerbe in Wien, das in bescheidenerem Umfange dem Deutschen Museum in München entspricht, wurde im Juli 1931 „Das Österreichische Forschungsinstitut für Geschichte der Technik" angegliedert, das dem Bundesministerium für Handel und Verkehr und für Unterricht unmittelbar unterstellt ist. Zu den Aufgaben dieses Forschungsinstitutes gehört u. a. auch die Ausgabe von Vorträgen und Veröffentlichungen auf technisch-historischem Gebiete unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung der Technik in Österreich. Dieses Institut ist nunmehr mit dem ersten Heft der „Blätter für Geschichte der Technik" an die Öffentlichkeit getreten, dem in zwangloser Folge weitere Hefte folgen sollen. Die Blätter tragen Bausteine zur Technikgeschichte zusammen und führen in eindringlicher Weise vor Augen, welch hohen Anteil Österreich — besonders in der Vorkriegszeit — an der Entwicklung der Technik und des Ingenieurwesens genommen hat. Das vorliegende Buch entspricht in Form und Inhalt den seit 1909 in jährlicher Folge von Prof. C. Matschoß herausgegebenen „Beiträgen zur Geschichte der Technik und Industrie". In diesen wurden zwar auch gelegentlich Aufsätze über die Entwicklung einzelner Industrien in Österreich und anderen Ländern gebracht, die Veröffentlichung des Österreichischen Forschungsinstitutes berücksichtigt dagegen nur die nationale Industrie und kann daher deren Entwicklung eingehender verfolgen. Eine derartige Arbeitsteilung ist im Interesse der Sache nur zu begrüßen, und überdies ist zu erwarten, daß die eigenen Volksgenossen die Geschichte ihres Landes mit besonderer Sorgfalt und Liebe verfolgen und beschreiben werden.

Digitized by Google

So strömt denn auch aus diesen Blättern überall ein warmer patriotischer Hauch und ein berechtigter nationaler Stolz über die Leistungen großer Volksgenossen.

Aus dem reichen Inhalt des Buches sind zu erwähnen: Das Geleitwort des Ministers a. D. Prof. Dr. Srbik über die Kulturverbundenheit der Technik; ein geistvoller Aufsatz von Dr.-Ing. E. h. Ehrhard, dem Gründer des Technischen Museums, zur Entwicklungsgeschichte der Technik, der eine weitere Ausarbeitung eines früher für die Schriftenreihe des Deutschen Museums verfaßten Aufsatzes „Der Weg des Geistes in der Technik" darstellt; Karl Holey: Der Schutz der technischen Denkmale in Österreich. Sodann folgt eine Sammlung 7 kleinerer, inhaltreicher Aufsätze unter dem Hauptthema „Oesterreich als Ingenieurland", u. zw. über das Berg- und Hüttenwesen, den Wasserbau, die Energiewirtschaft, das Verkehrswesen, die Technologie und Technisch-wissenschaftliche Institutionen.

Weiter folgt eine Reihe Aufsätze über Gewinnung von Erzen, Eisen und Ölschiefer (Thyrsenblut) in urgeschichtlicher Tiroler Zeit, über die Geschichte des österreichischen Edelstahles, der Kleineisenindustrie in Eisenwurzen und im Stubaital (s. a. Deutsches Museum 1930, Heft 3 und 4), ferner Beiträge zur österreichischen Holz- und Wasserwirtschaft sowie zu den Salz-Transportwegen vom Salzkammergut bis nach Böhmen, wobei auch die erste mit Pferden betriebene Eisenbahn von Linz nach Budweis (1825—1832) eingehend beschrieben wird.

Für den Elektrotechniker von besonderem Interesse sind zwei Arbeiten über die Anfänge der Elektrotechnik und Radiotechnik in Österreich von F. Drexler bzw. H. Pfeuffer; als Marksteine der Entwicklung werden u. a. beschrieben: Der erste pollose Transformator von Zipernovsky, die Lecherschen Drähte zur Messung der Länge der Radiowellen, die Liebensche Verstärkerröhre, die Rückkopplung von Strauß.

Wenig bekannt wird es auch sein, daß der Urheber einer neuen erfolgreichen Schiffsform, Fritz Franz Maier, ein geborener Österreicher war; der mühevolle Weg dieses Erfinders wird von E. Descovich beschrieben.

Den Schluß der Berichte bilden Mitteilungen von Sigmund Brosche über die Gründungsgeschichte des Technischen Museums in Wien (s. a. Deutsches Museum 1929, Heft 1, S. 26) und des Forschungsinstituts für Geschichte der Technik sowie von Adolf Bihl, Bibliographie zur Geschichte der Technik Österreichs.

Die letzte im Auftrage des Forschungsinstituts hergestellte Zusammenstellung aller wichtigen österreichischen Literaturquellen dürfte als Unterlage für weitere geschichtliche Forschungen von großem Wert sein.

F. Natalis.

Eingegangene Doktordissertationen.

Werner Förster, Das Verhalten von Kugelfunkenstrecken bei Stoßspannungen (10 ... 100 kV) nach Aufnahmen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen. T. H. Dresden 1933.

Wilhelm Fucks, Spannungseffekt bei elektrolytischen Lösungen und Kathodenoszillograph. — Ein einfacher Stoßgenerator für einmalige und periodische Vorgänge. T. H. Aachen 1931. (Sonderdr. aus Ann. Physik 5. Folge, Bd. 12, Nr. 3, Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig, und Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 723, 1931, Verlag Julius Springer, Berlin.)

Wolfgang Mendelson, Die Bohrbarkeit des Gußeisens. T. H. Aachen 1932. (Auszug aus „Betriebswissenschaftliche Arbeiten", H. 8, VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin.)

J. J. A. Peek, Über einen empfindlichen Zeitkipper für den Kathodenoszillographen. — Ein neuer Gleich- und Wechselstromverstärker. T. H. Aachen 1931. (Sonderdr. aus Arch. Elektrotechn. Bd. 25, H. 6 und Bd. 26, H. 6 und Anhang, Verlag Julius Springer, Berlin.)

Karl Reiter, Gleichstrom-Kohlelichtbogenschweißung mit bes. Berücks. magnetischer Ablenkungen des Lichtbogens. T. H. Aachen 1931.

Willi Röhm, Dampfkessel-Speisewasser-Wirtschaft. T. H. Aachen 1932.

Håkan Sterky, Methods of computing and improving the complex effective attenuation, load impedances and reflexion coefficients of electric wave filters. T. H. Stockholm 1933.

Fritz Voerste, Die Verformung und Dämpfung von Wanderwellen durch Coronaverluste nach Aufnahmen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen. T. H. Dresden 1932.

Michael Walter, Der Selektivschutz nach dem Widerstandsprinzip. T. H. Aachen 1932. Sonderdr. aus Elektr.-Wirtsch. Nr. 15, 1931; Nr. 8/9, 1932; ETZ H. 20, S. 476, 1932; H. 33, S. 1056, 1931; H. 44, S. 1056, 1932; Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50, H. 17, 1932.)

Rudolf Schmidt, Licht für bergmännische Arbeit unter Tage mit besonderer Berücksichtigung der tragbaren Leuchten. Bergakademie Freiberg 1933.

Ulrich Steudel, Über Empfindung und Messung der Lautstärke. T. H. Dresden 1932. (Erschien i. d. Zeitschrift „Hochfrequenztechn." Bd. 41, H. 4, 1933. Akademische Verlagsges. m. b. H., Leipzig.)

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus den Jahresabschlüssen deutscher elektrotechnischer Gesellschaften*.

Werte in 1000 RM

(Die fettgedruckten Ziffern beziehen sich auf das Jahr 1932 bzw. 1931/32, die *schräggedruckten* auf das Jahr 1931 bzw. 1930/31.)

Name der Gesellschaft	I. Mix & Genest AG., Berlin	II. C. Lorenz AG., Berlin	III. Deutsche Elektrizitätswerke zu Aachen Garbe, Lahmeyer & Co., AG., Aachen	IV. Gebr. Adt AG., Wächtersbach (Hessen-Nassau)
Geschäftsjahr	Jan./Dez.	Jan./Dez.	April/März	Juli/Juni
A. Aktiva				
I. Anlagevermögen	**2 724** / *2 666*	**4 481** / *4 616*	**2 234** / *2 429*	**1 379** / *1 382*
II. Beteiligungen	**624** / *578*	**1 042** / *946*	**281** / *401*	— / —
III. Umlaufsvermögen:				
1. Vorräte	**1 452** / *3 467*	**3 016** / *4 426*	**824** / *1 436*	**737** / *908*
2. Effekten	— / —	**67** / *58*	**70** / *0,3*	**1 069**[12] / *1 066*[12]
3. Forderungen				
a) an abhängige u. Konzerngesellsch.	**1 644** / *1 558*	**3 191** / *3 038*	**25** / —[10]	— / —
b) an sonstige Schuldner	**16 443**[3] / *17 852*[3]	**6 724** / —[6]	**398** / *793*[10]	**250** / *380*
4. Kasse, Wechsel, Schecks, Bank- und Postscheckguthaben	**946** / *423*	**3 877** / *7 376*[6]	**191** / *34*	**417** / *163*
Summe III	**20 485** / *23 300*	**16 875** / *14 898*	**1 508** / *2 263,3*	**2 473** / *2 517*
1932 bzw. 1931/32 gegen Vorjahr in %	—12,1	+13,3	—33,4	—1,7
B. Passiva				
I. Grundkapital	**16 185** / *16 185*	**9 506** / *9 500*	**1 500**[11] / *3 000*	**1 312** / *1 312*
II. Reservefonds	**1 588** / *1 588*	**1 049** / *1 049*	**400** / *450*	**727**[14] / *724*[14]
III. Unterstützungsfonds	**839** / *896*[3]	— / —	**25** / —	— / —
IV. Rückstellungen	**285** / —	**86** / —	**70** / *30*	— / —
V. Wertberichtigungen	— / —	**504** / —	— / —	**74** / *110*
VI. Verbindlichkeiten:				
1. aus Hypotheken, Schuldverschreibg., langfrist. Darlehen	**5 201** / *5 136*	**9 736** / *7 879*	**850**[13] / *50*	**1 015** / *1 040*
2. gegenüber abhäng. und Konzerngesellschaften	**2 946** / *1 603*	**135** / *126*	**195** / —[10]	— / —
3. Sonstige	**734** / *1 124*[3]	**3 848** / *3 501*	**1 183** / *2 215*[16, 13]	**718** / *714*
Summe VI	—[4] / —[4]	—[4] / —[4]	**2 028** / *2 265*	**1 733** / *1 754*
1932 bzw. 1931/32 gegen Vorjahr in %	—	—	—10,5	—1,2
Bilanzschlußzahl	**23 878** / *26 545*	**24 858** / *22 054*	**4 023** / *5 745*	**3 653** / *3 900*
C. Aus Gewinn- und Verlustrechnung				
I. Steuern	**626** / *676*	**431** / —	**55** / —	**81** / *102*
II. Soziale Abgaben	**347** / *262*	**270** / *1 026*[7]	**77** / —	**56** / *72*
III. Abschreibungen	**4 763**[5] / —	**2 055**[5] / *1 721*[9]	**622** / *361*	**53** / *1 364*
IV. Jahresreingewinn[1]	— / —	— / —	— / —	**6** / —
V. Dividende	— / —	— / —	— / —	— / —
VI. Jahresreinverlust[1]	**3 813** / *9*	**832** / *1 597*	**857** / *613*	— / *2 313*

* Vgl. ETZ 1933, S. 763.

Digitized by Google

Anmerkungen:

[1] Ohne Vorjahresvortrag.

Aus den Geschäftsberichten für 1932 bzw. 1931/32:

Zu I. Mix & Genest AG.

Anmerkungen:

[2] Einschl. verbriefte Mieten für Telephon- und Uhrenanlagen.
[3] Einschl. 460 374 RM Ruhegehaltsfonds aus Kreditoren entsprechend der Verbuchung für 1932. Die Kreditoren (VI 3) sind um den gleichen Betrag gekürzt.
[4] Keine Summe, da die Posten nicht voll vergleichbar erscheinen.
[5] Darin sind enthalten Abschreibungen auf Warenlager von insgesamt 1 161 235 RM und Abschreibungen auf Konto Mietverträge in Höhe von insgesamt rd. 2 898 000 RM.

Der Umsatzrückgang betrug wertmäßig gegenüber dem Vorjahr ungefähr 25 %. Der hohe Verlust ist in erster Linie eine Folge des weiter anhaltenden Konkurrenzkampfes in der Schwachstromindustrie, durch den die erzielten Preise vielfach unter die Selbstkosten gedrückt wurden. Die Aufträge der Reichspost lagen weit unter der Hälfte des vorhergehenden Jahres. Etwas günstiger lagen die Verhältnisse im Eisenbahngeschäft. Das Geschäft mit deutschen Privatkunden konnte etwa auf Vorjahreshöhe gehalten werden. Hier wirkte sich der Preiskampf besonders ungünstig auf das Ergebnis aus. Im Auslandsabsatz trat trotz der ausgezeichneten Verbindungen der Gesellschaft über die ganze Welt infolge der bekannten Exporterschwerungen ein nennenswerter Rückgang ein. Dem planmäßig ausgebauten Telephonmietgeschäft waren wegen der allgemeinen wirtschaftlichen Verhältnisse enge Grenzen gezogen. Durch Übernahme von Anteilen der Telmo-Telephon- und Telegraphen G. m. b. H. aus dem Besitz der Firma C. Lorenz AG. und durch Erwerb der gesamten Aktien der Deutsche Telephonie AG. von der Firma Ferdinand Schuchardt AG. erfuhr der Bestand der Firma an Telephonmietverträgen eine wertvolle Ergänzung. Außerdem wurde das Mietgeschäft der zur Standard gehörenden Süddeutsche Apparate-Fabrik, Nürnberg, übernommen. Die technische Weiterentwicklung der Fabrikate der Firma ist fortgeschritten und hat zu Verbesserungen auf ihren Spezialgebieten Telephonie, Signalwesen, Rohrpost- und Förderanlagen geführt, die allseitig großen Anklang gefunden haben. Von Auslandslieferungen wird u. a. erwähnt die umfangreiche Lichtrufanlage für den italienischen 30 000 t Schnelldampfer „Conte di Savoya". Auf dem Gebiete der Rohrpost- und Förderanlagen wurden nach dem verbesserten Elektropostsystem der Firma große Anlagen für das Hauptpostamt Tokio und Paris geliefert und installiert. Im laufenden Geschäftsjahr konnten zufolge einer Besserung des Auftragseinganges über 100 Arbeitnehmer bis zum April neu eingestellt werden.

Beteiligungen

Mix & Genest Hansawerke G. m. b. H., Hamburg,
Rohr- und Seilpostanlagen G. m. b. H., Berlin-Schöneberg,
„Volta" Telephon- und Signalbau G. m. b. H., Berlin-Schöneberg,
Deutsche Telefonie Aktiengesellschaft, Berlin-Schöneberg,
Telmo, Telefon- und Telegrafen-Gesellschaft m. b. H., Berlin-Schöneberg,
Companhia Telefonica Paranaense Ltda., Curityba/Brasilien,
Emge-Union Österreichische Telefonwerke AG., Wien.

Zu II. C. Lorenz AG.

Anmerkungen:

[6] Einschl. Forderungen an sonstige Schuldner.
[7] Einschl. Steuern.
[8] Davon auf Beteiligungen und Rückstellungen für Verluste der Tochtergesellschaften in Höhe von 754 768 RM, auf Warenbestände in Höhe von 627 618 RM.
[9] Davon auf Warenvorräte 1 466 553 RM.

Der Umsatz war gegenüber 1931 um 7 % geringer. Die erheblichen Rückgänge im Postbehördengeschäft und im privaten Fernsprech- und Signalanlagengeschäft konnten durch Mehrumsätze im Rundfunkempfänger-Geschäft beinahe ausgeglichen werden. Die Ausfuhr betrug rd. 15 % des Gesamtumsatzes.

Von den einzelnen Geschäftszweigen entwickelte sich die Abteilung drahtlose Telegraphie einigermaßen zufriedenstellend. Im Berichtsjahre erfolgte die Inbetriebnahme der der Firma im Vorjahr in Auftrag gegebenen Großrundfunksender Leipzig und München und des Rundfunksenders Frankfurt a. M. als dem ersten einer neuen Gleichwellenserie. Für die deutsche Reichspost wurde außerdem in Königswusterhausen ein 20 kW-Kurzwellensender für den kommerziellen Kurzwellendienst mit Europa aufgestellt und ein gleich starker Kurzwellensender als Weltrundfunksender für die Kurzwellenstation Zeesen geliefert. Mit den neuentwickelten 20 W-Kurzwellen-Flugzeugfunkstationen wurden gute Erfolge erzielt. Auf dem Fernschreibergebiet erfolgte die Entwicklung und der Ausbau des Fernschreibers mit wanderndem Typenkorb, von dem im Berichtsjahr eine größere Anzahl sowie mehrere Fernschreiberzentralen zur Ablieferung kamen. Von der Eisenbahnabteilung wurden verschiedene deutsche Reichsbahnstrecken mit der induktiven Zugbeeinflussung — System Lorenz — ausgerüstet. Die Fernsprechabteilung erhielt größere behördliche Aufträge auf Selbstanschlußanlagen auch seitens des Auslandes. Die Signalabteilung lieferte u. a. mehrere Glühlampen-Feuermeldezentralen, z. B. für die Städte Brünn und Königgrätz. Seitens der Abteilung Maschinenbau kamen neue Maschinentypen für die Handelsmarine zum Antrieb von Kreiselkompassen, ferner solche für Telephon- und Sendeanlagen zur Ablieferung. Die Gesamtproduktion an Rundfunkgeräten war fast doppelt so groß wie im Vorjahr. Davon waren ein nicht unerheblicher Teil hochwertige Apparate, die fast ausschließlich ins Ausland geliefert wurden.

Beteiligungen:

Automatische Fernsprech-Anlagen-Bau-Ges. m. b. H., Berlin,
Blum & Co. G. m. b. H., Berlin,
Deutscher Hochseerundfunk G. m. b. H., Berlin,
Fernschreiber AG., Berlin,
Dr. Erich F. Huth G. m. b. H., Berlin,
Rhythmographie G. m. b. H., Berlin,
Telmo, Telefon- und Telegraphen-Gesellschaft m. b. H., Berlin,
Vereinigte Bayerische Telefonwerke AG., München,
Tefag-Radio-Vertriebs-G. m. b. H.[1].
W. Gurlt G. m. b. H. (wird im Laufe dieses Jahres liquidiert),
Internationale Verresschrijver Maatschappij, im Haag,
N. V. Stabilovolt, im Haag.

Zu III. Deutsche Elektrizitätswerke zu Aachen Garbe, Lahmeyer & Co. AG.

Anmerkungen:

[10] Keine getrennte Angabe für 1930/31.
[11] Zur Sanierung erfolgte Kapitalherabsetzung im Verhältnis 2 : 1.
[12] Ein Teilbetrag der Bankschuld konnte in Höhe von 600 000 RM in ein langfristiges Darlehen verwandelt werden.

Das Geschäftsjahr brachte einen weiteren erheblichen Umsatzrückgang. In technischer Hinsicht wurde durch Beschaffung von neuen Spezialantriebsmotoren für Walzwerke, Pumpen, Aufzüge und andere Gebiete wertvolle Entwicklungsarbeit geleistet. Groß-Kurzschlußmotoren für direkte Einschaltung wurden bis rd. 100 kW Leistung erfolgreich hergestellt. Der Bau von Schweißumformern wurde in größerem Umfange aufgenommen. Eine neue Fabrikationsabteilung für elektrische Autoausrüstungen ist eingerichtet und in Betrieb genommen worden.

Zu IV. Gebrüder Adt AG.

Anmerkungen:

[13] Einschl. Reichsschuldbuchforderung.
[14] Einschl. Reichsentschädigungsreserve.

Das Wächtersbacher Werk stand nach wie vor unter den stärksten Kriseneinwirkungen. Auch die wirtschaftlichen Verhältnisse der saarländischen Werke der Firma haben sich in Anbetracht der Schwierigkeiten, die sich auf den ausländischen Märkten in wachsendem Maße bemerkbar machten, ungünstig entwickelt. (Fabrikation des Unternehmens: Installationsmaterial, Isolierrohr, Beleuchtungskörper.) *wt.*

[1] Im Berichtsjahr erworben im Zusammenhang mit vorjähriger Übernahme des Rundfunkgeräte-Geschäfts der Telephonfabrik Berliner AG.

Abschluß des Heftes: 1. September 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Zeitabhängige Münzkassierer.

Mitteilung der AEG.

In richtiger Erkenntnis der bedeutenden Vorteile, die in der Verwendung von Münzzählern liegen, beabsichtigen viele Elektrizitätswerke den Münzzählerbetrieb einzuführen. Dabei stellen sich aber häufig Schwierigkeiten heraus, die noch vor wenigen Jahren nicht leicht überwunden werden konnten. Die bei den Verbrauchern schon vorhandenen Zähler sind oft zentralisiert im Treppenhaus, im Keller oder auf dem Boden aufgehängt. Der Stromlieferant, der den Münzzählerbetrieb einführen will, muß sich aber darüber klar sein, daß dieser Zähler unter allen Umständen so angebracht werden muß, daß ihn der Verbraucher jederzeit leicht erreichen kann; sonst verfehlt er vollkommen seinen Zweck, dem Verbraucher leichte Zahlungsweise, dem

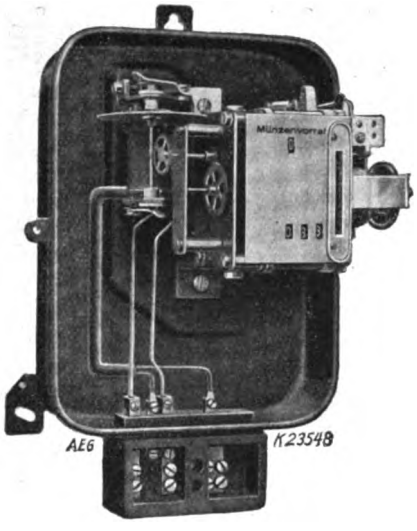


Abb. 1. Zeitabhängiger Münzkassierer.

Stromlieferer aber erhöhten Absatz zu bringen. Demnach wäre bei allen Anlagen, in denen die Zähler nicht in der Wohnung des betreffenden Verbrauchers angebracht sind, eine Installationsänderung notwendig. Abgesehen von den dafür anfallenden Kosten würden die infolge Einbaues der Münzzähler frei werdenden normalen Zähler Lager und Status des Stromlieferers nicht unerheblich belasten, weil sie im Augenblick nicht anderweitig verwendet oder verkauft werden könnten.

Zur Überwindung dieser Schwierigkeiten wurden verschiedentlich ferngesteuerte Münzkassierer verwendet. Diese bilden, mit dem vorhandenen Zähler zusammengeschaltet, ein vollständiges Münzzähler-Aggregat, das in seiner Wirkungsweise dem kompletten Münzzähler gleichwertig ist. In den zugehörigen Zähler muß aber ein Kontaktwerk eingebaut und von diesem müssen Steuerleitungen nach dem Münzkassierer gezogen werden.

Zur Unterstützung der Elektrizitätswerke in der Einführung des Münzzählerbetriebes werden deshalb zeitabhängige Münzkassierer (Abb. 1) von der AEG hergestellt. Sie wurden aus der Überlegung heraus entwickelt, daß es genügt, wenn der Verbraucher gezwungen wird, monatlich einen Betrag zu bezahlen, der ungefähr dem Gegenwert des monatlichen Durchschnittsverbrauches entspricht.

Der zeitabhängige Münzkassierer wird gemäß Abb. 2 zwischen den vorhandenen Zähler und die Anlage geschaltet. Er wird also unabhängig vom Standort des Zählers angeordnet, so daß Installationsänderungen bzw. Steuerleitungen nicht erforderlich sind.

Der Verbraucher wird durch den zeitabhängigen Münzkassierer gezwungen, innerhalb einer gewissen Zeit eine bestimmte Anzahl von Münzen einzuwerfen. Der Apparat besteht im wesentlichen aus dem bekannten Kassierwerk, das für alle AEG-Münzzähler verwendet wird, und einem kleinen Ferraris-Motor. Dieser liegt an der Netzspannung und dreht sich mit praktisch gleichbleibender, vom stattfindenden Verbrauch völlig unabhängiger Geschwindigkeit. Das durch Einwurf von Münzen eingezahlte und an einem Zählwerk ausgewiesene Guthaben wird dadurch in stetigem, nur von der Zeit abhängigem Ablauf verringert, und das Kassierwerk schaltet den Stromkreis ab, wenn das Guthaben bis auf Null abgelaufen ist. Erst nach Einwurf einer neuen Münze ist dem Verbraucher wieder die Entnahme von elektrischer Energie aus dem Leitungsnetz möglich. Aber auch wenn keine Münze eingeworfen wird, läuft der Ferrarismotor weiter und am Guthabenzählwerk wird in roten Zahlen angezeigt, mit wieviel Münzen der Verbraucher im Rückstand ist. Der Verbraucher muß dann, wenn er wieder Strom beziehen will, zunächst soviel Münzen einwerfen, wie diese rote Zahl anzeigt, und erst nach Einwurf einer weiteren Vorratsmünze schaltet der Apparat die Anlage wieder ein. Im ganzen können hintereinander bis zu neun Vorratsmünzen eingeworfen werden. Am Guthabenzählwerk ist jederzeit abzulesen, wieviel unverbrauchte Vorratsmünzen sich noch in der Kassette befinden.

Der durch den Münzkassierer einzuziehende monatliche Durchschnittsbetrag wird an Hand des Vorjahrverbrauchs in der betreffenden Anlage festgesetzt. Hat der Verbraucher z. B. im ganzen Vorjahr 120 kWh zu je 0,30 RM abgenommen, dann beträgt der Monatsdurchschnitt 3,00 RM.

Angenommen der zwischen den vorhandenen Zähler und die Anlage zu schaltende Münzkassierer sei für den Einwurf von Reichsmarkstücken eingerichtet, so wird er so eingestellt, daß er den Stromkreis für 10 Tage je Einwurfsmünze einschaltet. Wenn der Verbraucher vermeiden will, daß der Münzkassierer die Anlage stromlos macht, muß er dann jeweils vor Ablauf des zehnten Tages eine neue Münze einwerfen. Die Zahl der Münzen, die einzuwerfen sind, ist also zunächst von dem

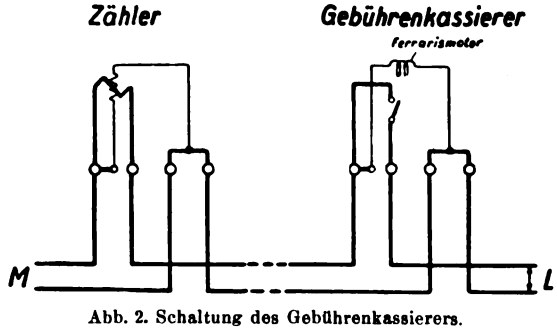


Abb. 2. Schaltung des Gebührenkassierers.

tatsächlichen Energiebezug unabhängig; die endgültige Abrechnung erfolgt dann nach den Angaben des vorhandenen Verbrauchszählers. Sie wird halbjährlich oder jährlich vorgenommen, weil innerhalb der einzelnen Monate Unterschiede im Verbrauch auftreten. Der Verbraucher hat nach dem angegebenen Beispiel innerhalb von sechs Monaten 18 Münzen = 18,00 RM eingezahlt. Beträgt die Energie-Entnahme 56 kWh = 16,80 RM, so erhält der Verbraucher 1,40 RM zurück. Für statistische Zwecke kann der Zähler natürlich trotz halbjährlicher Abrechnung monatlich abgelesen, und auch die Kassette des Münzkassierers kann ebenso oft geleert werden.

Auch feste Gebühren, Abzahlungen für Stromreste usw. kann man mit dem zeitabhängigen Münzkassierer einziehen. Der Apparat wird dann für einen entsprechend höheren Monatsbetrag eingestellt. Die Verstellung des einzuziehenden Durchschnittsbetrages erfolgt bis zum Verhältnis 1:4 durch Drehzahländerung des Ferraris-Motors. Über das angegebene Verhältnis hinaus werden Übersetzungsräder ausgewechselt.

Digitized by Google

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Verkaufsleiter

Dipl.-Ing., Mitte 30, 10jähr. Praxis bei Weltfirmen in Verkauf, Akquisition, Projektierung u. Reklame, zielsich. Organisator, verhandlungsgewandt, sprachenkundig, m. guten Beziehungen zu Behörden und Industrie, ungekünd., sucht leitende Stellung in El.- oder Masch.-Ind. im In- od. Ausland. Zuschriften unter **E. 3608** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Kabelwerke!

Ein **bekannter** Fachmann, Spezialist für d. Fabrikation v. Stark- u. Schwachstromkabeln, sucht Wirkungskreis. Angebote u. **E. 3609** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Dipl.-Elektro-Ingenieur

mit gründlichen technischen Kenntnissen und besonderer Verkaufsbegabung von führender Elektro-Firma gesucht. Wichtig sind **beste** Beziehungen zu Abnehmerkreisen (Behörden, Elektrizitätswerken, industriellen Unternehmungen, Wiederverkäufern) und Werbe-Praxis.

Ausführl. schriftl. Bewerbungen unter Beifügung von Zeugnisabschriften, Lebenslauf, Lichtbild u. Referenzen sind zu richten unter **E. 3610** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Welches Elektrizitäts- oder Überlandwerk stellt gepr. **Elektromeister** als

Assistent

in die Zählerabteilung ein. Bewerb. wurde bei d. Siemens-Schuckertwerken in Prüfung, Eichung und Reparatur all. Zählersysteme ausgebildet. War auch bereits mehrere Jahre in einem Elektr.-Werk m. Abnahmen und Prüfungen elektr. Anlagen tätig. Beste Referenzen u. Zeugnisse vorhanden. Da kriegsbeschädigt, legt Bewerber Wert auf angenehm. Posten, stellt dagegen geringe Gehaltsansprüche. Angeb. erb. u. **E. 3606** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Junger (18½ J.)

Elektromonteur

(mit 4 jähr. Lehrzeit u. 7 monatl. Praktikantentätigkeit in einem Autoreparaturgeschäft, Gesellenprüfung m. Note „gut" bestanden) sucht Stellung. Legt mehr Wert auf gute Behandlung und Fortbildungsmöglichkeit als hohen Lohn. Zuschriften unt. **E. 3611** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

30jähr. fleißig. **Ingenieur** sucht Betriebsposten. Postlagerkarte 8, Hannover. [3614]

Dipl.-Ing.

f. Elektrotechnik, 24 J., ledig, Examen an T. H. München „gut", sucht Anfangsstellung, gleich welcher Art. In- od. Ausland. Off. u. **E. 3612** a. d. A.-A. d. ETZ, Berlin W 9.

Mittlere Elektrizitäts-Firma sucht für Schlesien mit Sitz in Breslau für den Vertrieb von Maschinen, Transformatoren jeder Leistung u. Größe, sowie Schaltanlagen einen tüchtigen, mit der Branche durchaus vertrauten

Ingenieur

zur Leitung des dortigen Büros. Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Gehaltsanspruch erbeten unter **E. 3615** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Tüchtiger Vertreter

mit besten Beziehungen zu den dortigen Überlandzentralen und Elektrizitätswerken, sowie Erfahrungen auf dem Gebiet von Freileitungsmaterialien für den Bezirk **Ostpreußen** bzw. **Königsberg** gesucht. Bewerbungsschreiben mit Aufgabe von Referenzen erbeten unter **E. 3607** a. d. Anzeigen-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Diplom-Ingenieur

der Elektrotechnik (Stark- und Schwachstrom), 30 bis 40 Jahre, gesucht. In Betracht kommen nur Betriebsingenieure (keine Konstrukteure und Prüffeldingenieure) mit guten Kenntnissen der Elektrotheorie, gründlich. Erfahrungen auf dem Gebiete der zur Fertigung benötigten Betriebseinrichtungen u. umfassend. Kenntn. der Fabrikorganisation. Erwünscht Erfahrungen im Bau v. Verbrennungskraftmasch. Bewerb. m. lückenlosem Lebenslauf, Zeugnisabschr., Angabe über Parteizugehörigkeit u. Lichtbild unt. **B.N.P. 5253** an **Ala-Haasenstein & Vogler, Berlin W 35,** erbet.

„Techn., wirtschaftl. und rechtl. Grundlagen f. d. Bewertung u. d. Verkauf elektr. Arbeit." II. Aufl., gebd. 7.50 RM. **Ing. G. W. Meyer, Schöna** (Sächs. Schweiz). [3485]

Chemisch-technische Beratung in allen

Isolierstoffen

Lacke Hartpapier
Schläuche Zündkabel

Dr. Carl Boller,
berat. Chemiker
Porz a. Rh.

Leistungsf. Spezialfabrik elektr. Schaltapparate

konkurrenzlos in jeder Beziehung vergibt ihre **Vertretungen** mit hohen Verdienstmöglichkeiten in Deutschland und im Ausland. Es wollen sich nur Herren melden, die über entsprechende Fachkenntnisse verfügen u. Beziehungen zu den in Betracht kommend. Abnehmerkreisen haben. Herren m. Büro u. Lagerräumen werden bevorzugt. Off. unt. **E. 3602** erbeten an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Bedeutendes Werk der Starkttromindustrie sucht für die Bearbeitung von Behörden und Industrie in Groß-Berlin hervorragend fähigen, bestens eingeführten, arbeitsfreudigen Ingenieur als

VERTRETER

Angeb. m. Referenzen unt. **E. 3613** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Hierzu eine Beilage von **Mitteldeutsche Fußboden-Baugesellschaft M. K. Kunzig & Co., K.-G., Halle (Saale)**

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang | Berlin, 14. September 1933 | Heft 37

Kennzeichen des Kraftwerksbaues in der Nachkriegszeit*.

Von Dr.-Ing. H. Schult, Berlin.

Übersicht. An Hand einiger charakteristischer Kraftwerke neuerer Zeit werden die Kennzeichen behandelt, die die Anordnung der Werke aufweist. Einzelne Anlageteile, die in ihrer Gestaltung größere Fortschritte zeigten, werden in ihren Einzelheiten behandelt. Für Vorwärmer- und Rohrleitungsanlagen werden neuzeitliche Anordnungen erörtert. Weiter werden Erstlösungen für den Aufbau einer öllosen Schaltanlage und den Selbstanlauf einer Notturbine beschrieben.

Einleitung.

Die Zeit nach dem Kriege kann bezeichnet werden als die Periode der Großkraftwirtschaft, die in der Errichtung vieler großer Kraftwerke ihren Niederschlag fand. Hierbei trat das Bestreben hervor, für jedes Bauvorhaben eine der jeweiligen Brennstoffbasis angepaßte wirtschaftlichste Lösung zu erzielen[1]. Die Steigerung des Dampfdruckes und der Dampftemperatur, mehrstufige Vorwärmung des Kesselspeisewassers durch Anzapfdampf, Vorwärmung der Verbrennungsluft, Einführung der Kohlenstaubfeuerung usw., zeigen dieses Bestreben.

Im folgenden sollen einige Fortschritte des Kraftwerksbaues in dieser Zeit behandelt werden, wobei alles das übergangen wird, was sich im Kraftwerksbau der letzten Jahre häufiger wiederholt hat oder durch Veröffentlichungen zur Genüge bekannt wurde.

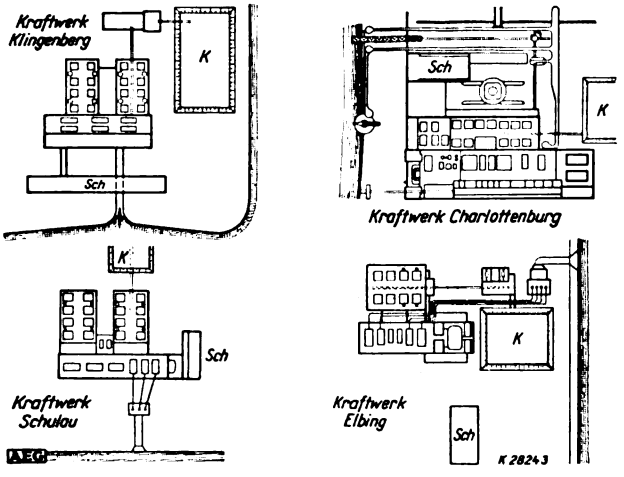


Abb. 1. Anordnung verschiedener Kraftwerke.

1. Kennzeichen der Gesamtanordnung.

Der Gesamtaufbau der verschiedenen Werke unterscheidet sich im wesentlichen in zwei Punkten: in der Anordnung der Kesselanlage zum Maschinenhaus und der Ausbildung der Kühlwasserversorgung. Abb. 1 zeigt die Anordnung der Kraftwerke Klingenberg, Charlottenburg, Schulau und Elbing. (Die Darstellung ist nicht maßstäblich.) Während beim Klingenberg-Werk und beim Kraftwerk Schulau die Kesselhäuser quer zum Maschinenhaus liegen, wurde beim Kraftwerk Charlottenburg und beim Kraftwerk Elbing die parallele Anordnung gewählt. Diese setzt bei einer Erweiterung eine Unterbringung der neuen Kessel auf einem begrenzten Raum voraus, während bei senkrechter Anordnung die neuen Kesselanlagen in ihrer Entwicklung freier sind. Anderseits hat das parallele Kesselhaus den Vorteil einer durchgehenden Kohlenförderung und kürzerer Verbindungsleitungen zwischen Kesseln und Turbinen.

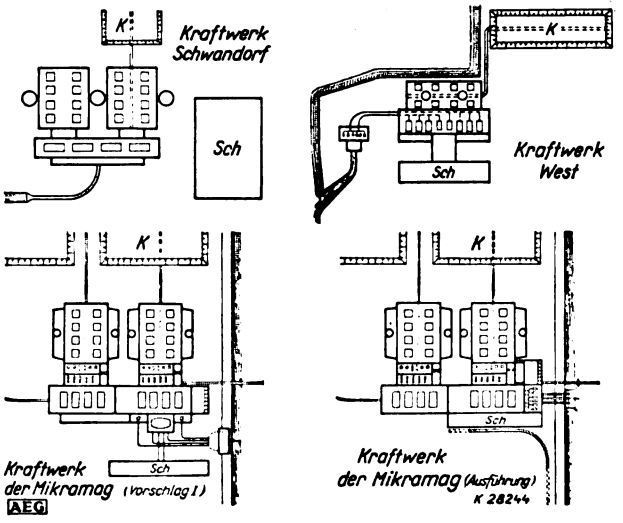


Abb. 2. Anordnung verschiedener Kraftwerke.

Die Kühlwasserversorgung ist bei allen Werken verschieden gelöst. Während beim Klingenberg-Werk Reinigungs- und Pumpenanlagen vor den Maschinen untergebracht sind, wurde für das Kraftwerk Schulau in der Nähe der Elbe, entfernt vom Maschinenhaus, eine Sieb- und Pumpenanlage errichtet. Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Kraftwerk Elbing.

Abb. 2 zeigt die Werke Schwandorf, West und Mikramag. Auch diese Werke weisen verschiedene Anordnungen der Kesselhäuser auf, das Kraftwerk Schwandorf senkrecht zum Maschinenhaus, das Kraftwerk West parallel dazu. Beim Kraftwerk Schwandorf sind die Schornsteine neben dem Kesselhaus angeordnet. Die Kühlwasserversorgung ist hier derartig gelöst, daß die Anlage mit dem Maschinenhaus verbunden wurde, während beim Kraftwerk West Pumpen- und Reinigungsanlagen entfernt aufgestellt sind.

Beim Kraftwerk der Mikramag ging der erste Entwurf (links unten) dahin, die Pumpen- und Siebanlage, ähnlich wie im Klingenberg-Werk und im Kraftwerk Schwandorf, vor dem Maschinenhaus anzuordnen und das Kühlwasser vom Hafenbecken her durch längere Kanäle zuzuführen. Dieser Entwurf wurde später (wie rechts unten angegeben) dahin geändert, daß die Kühlwasserversorgung an der Querseite des Maschinenhauses zum

* Auszug aus dem Vortrag „Betrachtungen über den Kraftwerksbau", gehalten im Elektrotechnischen Verein am 4. IV. 1933. Eine Besprechung des Vortrages kommt nicht zum Abdruck.

[1] Vgl. H. Schult, Die Entwicklung der Wärmekrafterzeugung, Z. VDI Bd. 77, S. 781 (1933).

Digitized by Google

Hafenbecken hin untergebracht wurde. Der Platz vor dem Maschinenhaus wurde dadurch frei, so daß das Schalthaus unmittelbar an das Maschinenhaus herangerückt werden konnte.

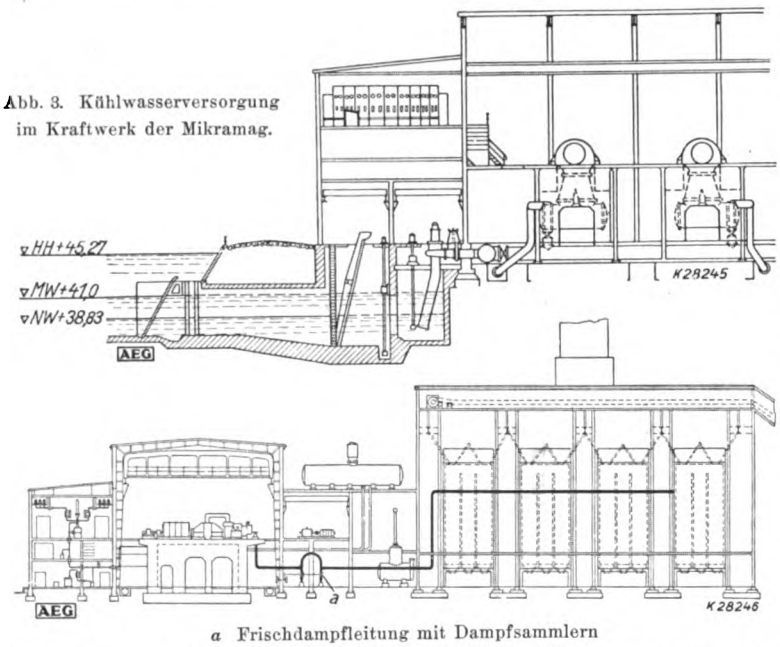


Abb. 3. Kühlwasserversorgung im Kraftwerk der Mikramag.

a Frischdampfleitung mit Dampfsammlern

Abb. 4. Kraftwerk der Mikramag. Querschnitt durch 10 kV-Schalthaus, Maschinenhaus, Vorwärmanlage und Kesselhaus.

Abb. 3 zeigt, daß teure Kühlwasser-Einlaufkanäle fast gänzlich in Fortfall kamen, da zwischen Hafenbecken und Pumpenhaus nur ein Durchfahrtsweg von etwa 10 m Breite verblieb. Hinter den Rechen stehen die Pumpen mit senkrechter Welle, die über eine Sammelleitung auf die einzelnen Turbinen arbeiten. Durch die Anordnung des Schalthauses unmittelbar vor dem Maschinenhaus konnte beim Kraftwerk der Mikramag eine unmittelbare Verbindung zwischen Generatoren und Hauptsammelschienen gewählt werden (Abb. 4). Auch der Generatorschutz und andere zum Generator gehörige elektrische Einrichtungen, die sich sonst im Keller des Maschinenhauses befinden, wurden in das Schalthaus übernommen, so daß der Maschinenhauskeller frei von elektrischen Einzelanlagen ist.

Die Kalt- und Warmspeicher für das Kesselspeisewasser sind auf dem Dach der Vorwärmeranlage untergebracht. Hierdurch ergab sich ein verhältnismäßig niedriger Zwischenbau, so daß das Maschinenhaus und das Kesselhaus auch von dieser Seite Licht erhalten. Die von beiden Seiten belichteten Maschinen- und Kesselhäuser sind infolgedessen besonders hell.

2. Die Gestaltung der Vorwärmanlagen.

a) Schema der Vorwärmung.

Die meisten deutschen Anlagen arbeiten mit zweistufiger Vorwärmung auf 110 bis 150 ° C, wobei der Brüdenkondensator als Zwischenstufe eingeschaltet wurde. Für die Ausführung kamen die verschiedensten Schaltungsarten zur Anwendung, deren wesentliche Kennzeichen kurz gestreift werden sollen. Die Abb. 5 und 6 zeigen zweistufige Vorwärmanlagen, geordnet nach dem Zeitpunkt der Inbetriebsetzung, so daß die Entwicklung zu erkennen ist. Allen Ausführungen gemeinsam ist die Schaffung eines möglichst großen Wasservorrats vor den Kesselspeisepumpen, der eine Unterbrechung der Kesselspeisung auch bei Störungen in der Vorwärmung vermeiden soll. Der Speicherinhalt schwankt zwischen 30 und 60 min Vollastbedarf.

Im Klingenberg-Werk kamen in beiden Stufen Mischvorwärmer zur Aufstellung, weil sich hierbei die höchste thermische Ausnutzung erreichen ließ. Ein Nachteil ist die hiermit verbundene doppelte Regelung des Speisewasserdurchflusses und die größere Anzahl hintereinander geschalteter Pumpen. Auch das Kraftwerk Charlottenburg arbeitet mit Mischvorwärmung in beiden Stufen, jedoch mit der Vereinfachung, daß Kaltspeicher und Brüdenkondensator mit dem Niederdruck-Mischvorwärmer vereinigt sind. Im Kraftwerk Schulau kam in der Niederdruckstufe Oberflächenvorwärmung zur Anwendung, so daß mit ungeregelter Anzapfung der Maschinen an dieser Vorwärmstufe gefahren werden konnte. Eine weitere Vereinfachung lag in der Vereinigung des Pumpenantriebes für die Vorwärmpumpe und für die Kesselspeisepumpe. Im Kraftwerk Schwandorf kam die Zusammenfassung von Oberflächenvorwärmer und Brüdenkondensator hinzu. Wir sehen eine gewisse Verwandtschaft zwischen den Anlagen Klingenberg-Werk—Charlottenburg und Schulau—Schwandorf. Beide stimmen bis auf die Vereinigung von Brüdenkondensator und Niederdruckvorwärmer überein. Im Kraftwerk Elbing (Abb. 6) wird in beiden Stufen mit Oberflächenvorwärmung gefahren. Die Zwischenpumpen kamen in Fortfall, was allerdings zur Folge hatte, daß beide Vorwärmer für vollen Kesseldruck ausgelegt werden mußten. Die Entlüftung des Speisewassers wird bei Unterdruck im Brüdenkondensator vorgenommen. Eine ähnliche Schal-

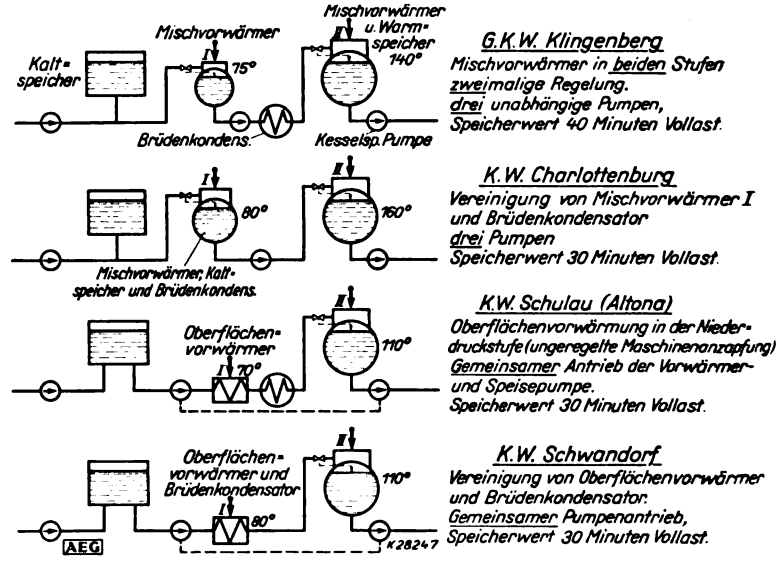


Abb. 5.

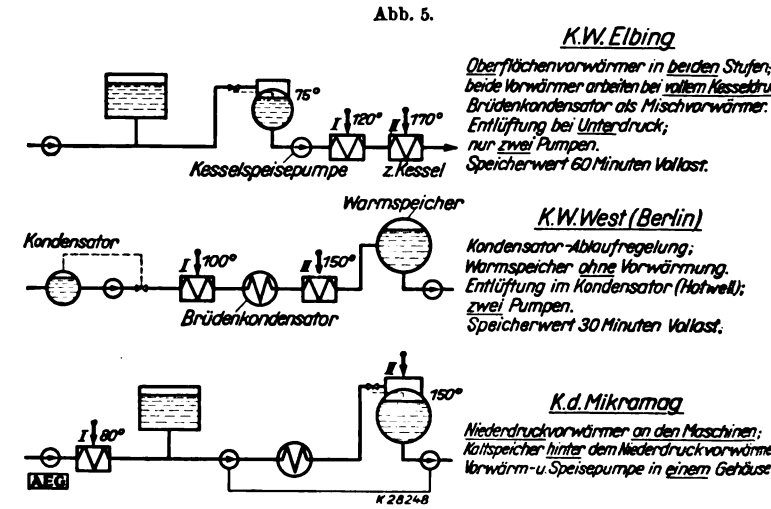


Abb. 5 u. 6. Zweistufige Vorwärmarten.

Digitized by Google

tung wie in Elbing kam auch im Kraftwerk West zur Anwendung, jedoch mit der Änderung, daß der Wasserspeicher hinter die Vorwärmung gelegt wurde. Auch hier sind außer Kondensat- und Kesselspeisepumpe keine zusätzlichen Pumpen für die Vorwärmung erforderlich. Die Entlüftung erfolgt im Kondensator.

Beim Kraftwerk der Mikramag wurden die Niederdruckvorwärmer aus der Vorwärmanlage herausgenommen und den einzelnen Maschinen unmittelbar zugeordnet. Die Vorwärmanlage selbst wurde dadurch erheblich vereinfacht, auch ergaben sich für die starken Niederdruck-Anzapfleitungen sehr kurze Verbindungen. Vorwärmpumpe und Kesselspeisepumpe wurden zu einer Pumpe in einem Gehäuse vereinigt.

b) Aufbau der Vorwärmanlagen.

Beim Klingenberg-Werk ist die Vorwärmanlage zwischen den beiden Kesselhäusern untergebracht. Einen wesentlichen Fortschritt in der Gestaltung der Vorwärmanlagen brachte die Anordnung im Kraftwerk Schulau

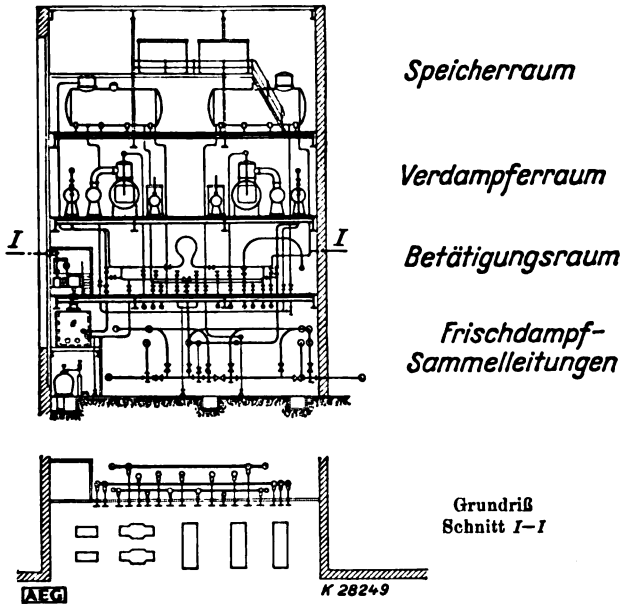


Abb. 7. Aufbau der Vorwärmanlage im Kraftwerk Schulau.

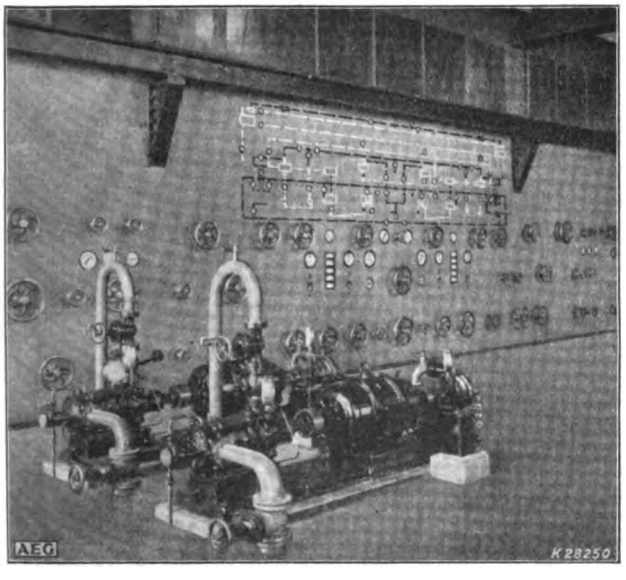


Abb. 8. Schaltwand der Vorwärmanlage im Kraftwerk Schulau.

(Abb. 7). Der örtliche Aufbau der Anlage lehnt sich weitgehend an das Schema an. Es sind zwei Vorwärmanlagen vorhanden, die in einem viergeschossigen Gebäude zwischen Maschinenhaus und Kesselhaus untergebracht sind. Die Rohrleitungsführung von den Maschinen zu den einzelnen Apparaten und die Verbindung der Apparate untereinander ist dabei so erfolgt, daß alle für die Betätigung und Umschaltung wichtigen Schieber in ein bestimmtes Stockwerk, den sogenannten Betätigungsraum, gelegt werden konnten. Um die Übersicht noch mehr zu erhöhen und die Bedienung freizumachen von sonstigen Einflüssen, wurde vor diesen Betätigungschiebern eine Schaltwand errichtet und alle Antriebe nach dort durchgezogen.

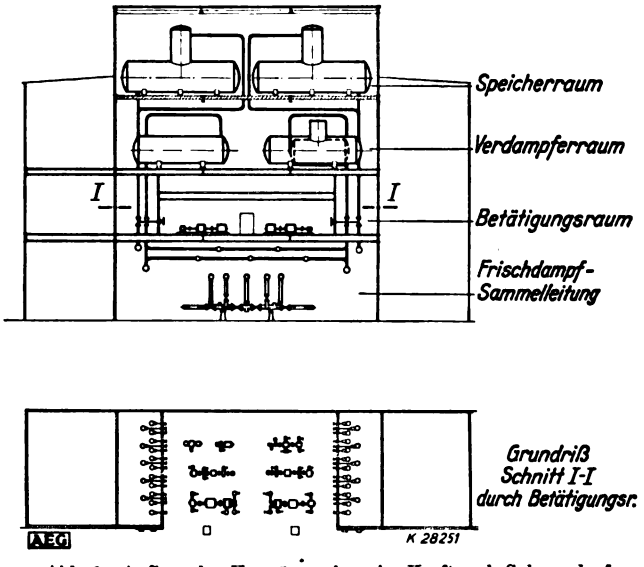


Abb. 9. Aufbau der Vorwärmanlage im Kraftwerk Schwandorf.

Die Abb. 8 zeigt diese Schaltwand, auf der ein Gesamtschema der Vorwärmanlage mit eingebauten selbsttätigen Stellungsanzeigern den Betriebszustand erkennen läßt. Die Tafel enthält auch die für die Überwachung der Anlage erforderlichen Meßgeräte. Alle Umschaltungen und notwendigen Regelungen lassen sich also von hier aus vornehmen. Ein Betreten der einzelnen Stockwerke ist betriebsmäßig nicht erforderlich.

Im Kraftwerk Schwandorf (Abb. 9) sind, wie in Schulau, zwei Anlagen vorhanden, die in möglichst enger Anlehnung an das Schema in mehreren Stockwerken untergebracht sind. Um eine bessere Zugänglichkeit der

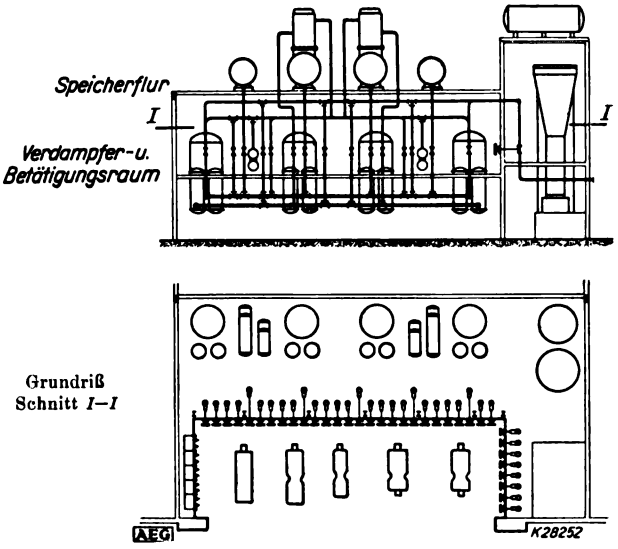


Abb. 10. Aufbau der Vorwärmanlage im Kraftwerk der Mikramag.

Schieber und Rohrleitungen hinter den Tafeln zu erhalten und die Übersicht zu erhöhen, wurde die Betätigung auf zwei Tafeln zu beiden Seiten des Pumpenraumes aufgeteilt, die je eine Vorwärmanlage enthalten. Durch die Staffelung der senkrechten Leitungsstränge ist eine gute Zugänglichkeit erreicht worden.

Eine nicht einfache Aufgabe stellte die Gestaltung der Vorwärmanlage für das Kraftwerk der Mikramag, da hier neben der normalen Vorwärmung und Speisewasseraufbereitung auch Heizdampf für Arbeitszwecke in be-

Digitized by Google

trächtlicher Menge erzeugt werden muß. Die Verdampfer- und Verteilungsanlage ist deshalb von wesentlich größerem Ausmaß, als der Kraftwerksleistung bei einer normalen Kondensationsanlage entspricht. Den Aufbau zeigt Abb. 10. Die nur zweigeschossige Anlage enthält, durch

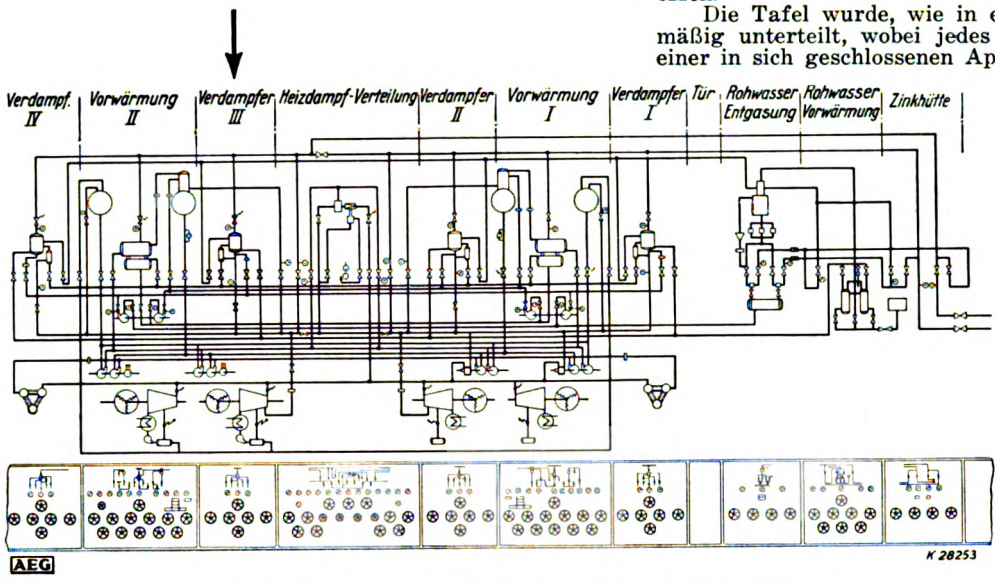


Abb. 11. Vorwärmtafel im Kraftwerk der Mikramag, Gesamtbild.

beide Stockwerke durchgehend, vier Umlaufverdampfer stehender Bauart. Hochdruckvorwärmer und Warmspeicher sind, ebenso wie die Kaltspeicher, auf dem Dach der Vorwärmeranlage aufgestellt, während die Niederdruckvorwärmer, wie schon früher erwähnt, unmittelbar neben den Kondensatoren der Maschinen stehen. Die Rohrleitungsführung ist hier wieder so durchgebildet, daß alle wesentlichen Betätigungsteile in einer Ebene im Hauptbedienungsraum liegen. Dieser ist, wie aus dem Grundriß zu ersehen, dreiseitig als Schalt- und Überwachungstafel ausgebildet. Die vierte Seite ist zum Maschinenhaus hin offen.

Die Tafel wurde, wie in elektrischen Anlagen, feldmäßig unterteilt, wobei jedes Feld die Betätigungsteile einer in sich geschlossenen Apparatur enthält (Abb. 11). Bei Inbetriebnahme des Verdampfers III z. B. sind lediglich die Schieber des zugehörigen Betätigungsfeldes zu bedienen. Man könnte hierbei vielleicht noch einen Schritt weitergehen und die Antriebe eines jeden Feldes zu einer einzigen Betätigung zusammenfassen.

Oberhalb der Tafel befindet sich ein Gesamtschema der Anlage. Ein jedes Feld enthält aber auch noch einmal das Teilschema mit den zugehörigen Stellungsanzeigern.

Abb. 12 zeigt einen Teilausschnitt der Tafel, aus dem die feldmäßige Unterteilung deutlich hervorgeht. Alle Meßgeräte sind über dem zugehörigen Schieber, bei dessen Betätigung der entsprechende Meßwert von Bedeutung ist, angeordnet und liegen auf gleicher Höhe. Hinter der Tafel befindet sich ein entsprechender Meßgang, von dem aus die Meßeinrichtungen geprüft und überwacht werden können.

Auch an anderen Stellen im Kraftwerk der Mikramag wurde eine Zusammenfassung der Hilfsbetätigung angestrebt. Abb. 13 zeigt z. B. eine Vereinigung aller Antriebe für die Entwässerung, Belüftung, Ölversorgung usw. der Hauptturbinen. Die sonst an vielen Stellen verteilt angeordneten Handrädchen und Ventile konnten völlig vermieden werden. *(Schluß folgt.)*

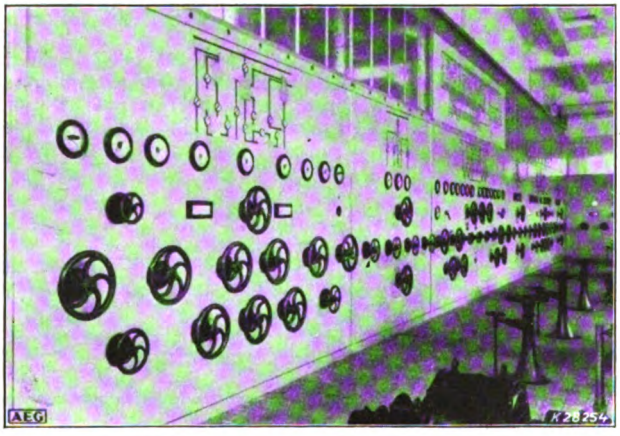


Abb. 12. Vorwärmtafel im Kraftwerk der Mikramag, Teilansicht.

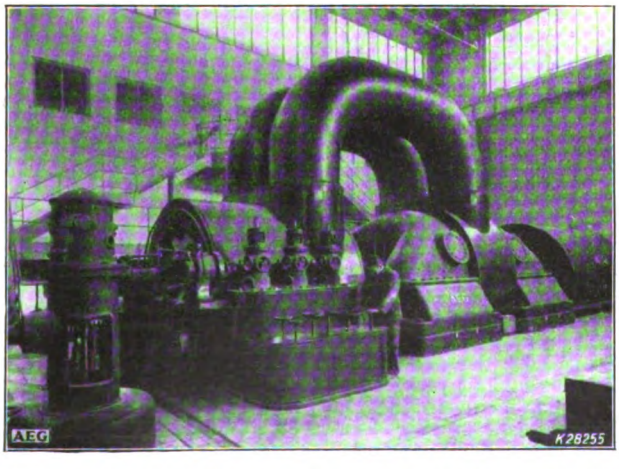


Abb. 13. Kraftwerk der Mikramag. Kondensations-Turbosatz 22 500 kW.

Elektrisch geheiztes Geschäftsgebäude.

Die Verteilungsstelle der London Electric Supply Corporation, Ltd., wird in einem neu zu errichtenden Gebäude untergebracht werden[1]. In diesem werden die Büroräume, Werkstätten, Läden, Garage und im Untergeschoß eine Station der Untergrundbahn Raum finden. Die gesamte Heizung des Gebäudes wird elektrisch betrieben werden. Zwei 190 kW-Bastian-Zirkulatoren mit einer Aufnahmefähigkeit von 113 600 l Wasser bei einer Höchsttemperatur von 115 ° C werden für diesen Zweck zur Aufstellung kommen. Die Wassertemperatur wird durch zwei Thermostate überwacht, während der elektrische Strom zeitweise ausgeschaltet wird durch einen Zeitschalter. Die Warmwasserkessel sind im Verhältnis zu ihrer Leistung klein, sie haben nur 762 mm Dmr. bei einer Höhe von 1524 mm. Sie sind durch Ventile mit einem Speicherbehälter verbunden, dessen Inhalt entsprechend gekühlt wird, ehe er durch ein Mischventil den Wärmeabgabestellen im Gebäude zugeführt wird. Dieses Mischventil wird sowohl durch einen Thermostaten in der Wasser-Umlaufleitung als auch durch einen Luftthermostaten in einem der Räume des Erdgeschosses überwacht. Da das Wasser in der Verteilungsleitung 35 ° C nie übersteigt, so war es auf diese Weise möglich, die Menge des aufgespeicherten Wassers zu verringern, so daß die laufenden Betriebskosten um 25 % niedriger gehalten werden können als bei der Verwendung von Radiatoren. Der zu heizende Luftraum ist 6378 m³; die Anlage kann jedoch noch weitere 2834 m³ leisten. Die Versorgung des Gebäudes mit heißem Gebrauchswasser wird durch je einen direkten Warmwasserbereiter von 24 kW und 9 kW bewirkt. *O. Sch.*

[1] Engng. Bd. 135, S. 58.

Digitized by Google

Jahresbericht der Abteilung für Elektrotechnik und Funkwesen der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, E. V., Berlin-Adlershof.

Von Prof. Dr. **Heinrich Faßbender**, Berlin.

Übersicht. Im folgenden Bericht[1] wird ein kurzer Überblick über die Forschungstätigkeit der Abteilung in der Zeit vom 1. IV. 1932 bis 31. III. 1933 gegeben. Zur weiteren Information wird auf die angegebenen Literaturstellen verwiesen.

1. Fernmeldetechnik, insbesondere Flugfunktechnik in ihrer Anwendung auf die Luftfahrt.

Theoretische und experimentelle Untersuchungen über Schwunderscheinungen. Mit dem Ziel, geeignete Sender-Betriebsarten für Fadingausgleich zu entwickeln, wurden die selektiven, d. h. stark frequenzabhängigen Schwunderscheinungen näher untersucht. Um ein Urteil über die Möglichkeit und Häufigkeit des Auftretens von selektiven Schwunderscheinungen zu bekommen, wurden theoretische und experimentelle Untersuchungen über ihre Ursachen angestellt[2].

Abhängigkeit der Feldstärke von der Höhe des Senders. Die im vorigen Jahresbericht erwähnten Untersuchungen über die Abhängigkeit der Feldstärke von der Flughöhe wurden weiter fortgeführt. Für eine Entfernung von 100 km ergab sich im Frequenzbereich von 300 ··· 3000 kHz (1000 ··· 100 m Wellenlänge) eine mit der Frequenz stark zunehmende Abhängigkeit der am Boden gemessenen Empfangsfeldstärken von der Höhe des sendenden Flugzeuges[3, 4]. Um diese Untersuchungen auch für den Fall zu ermöglichen, daß am Boden gesendet und im Flugzeug empfangen wird, wurde eine für Flugzeugmessungen geeignete Feldstärke-Meßeinrichtung unter Benutzung einer genau senkrecht polarisierten festen Antenne entwickelt. Diese Einrichtung gestattet die Messung von Feldstärken bis herab zu etwa 1 μV/m.

Erprobung des Wechseltastverfahrens. Das von der DVL entwickelte Wechseltastverfahren zum Ausgleich von Schwunderscheinungen im Kurzwellengebiet wurde auf seine Brauchbarkeit für größere Entfernungen untersucht. Der Versuchsender befand sich auf dem Vermessungschiff „Meteor" der Reichsmarine, der Empfang wurde in Tempelhof oszillographisch aufgezeichnet. Es zeigte sich, daß das Wechselsenden mit verschieden polarisierten Antennen (horizontal und vertikal) auch bei den größten auf dieser Fahrt erreichten Entfernungen von rd. 1200 km zu einem wirksamen Schwundausgleich führte. Ferner konnte die Beobachtung gemacht werden, daß in den von steilen Bergen umschlossenen norwegischen Fjorden die horizontale Sendeantenne größere Feldstärken am Empfangsort lieferte, während auf der freien See die Vertikalantenne meist wirksamer war.

Abhängigkeit der effektiven Höhe der Schleppantenne von der Geschwindigkeit. Die starke Steigerung der Fluggeschwindigkeit neuzeitlicher Postflugzeuge gab die Veranlassung zu untersuchen, wieweit sich die effektive Höhe einer Schleppantenne bei sehr großen Geschwindigkeiten verringert und ob es dann nicht vielleicht zweckmäßiger ist, an Stelle der Schleppantenne eine feste Antenne zu verwenden. Die mit einem Flugzeug Heinkel He 70 durchgeführten Messungen ergaben, daß auch bei einer Geschwindigkeit von 350 km/h die effektive Höhe der normalen Schleppantenne noch über doppelt so groß ist wie die effektive Höhe von Festantennen, bei deren Konstruktion auf die aerodynamischen Verhältnisse genügend Rücksicht genommen ist.

Beryllium-Antenne. Das für Schleppantennen zur Zeit übliche Antennenseil aus Phosphorbronze hat für die bei höheren Fluggeschwindigkeiten auftretenden Beanspruchungen keine ausreichende Festigkeit. Außerdem ist die elektrische Leitfähigkeit verhältnismäßig niedrig. Es wurde daher untersucht, welche Verbesserungen sich durch Verwendung von Berylliumbronze mit höherer Festigkeit und besserer elektrischer Leitfähigkeit erzielen lassen[5].

Versuche mit festen Antennen. In Fortführung der im vorigen Jahresbericht erwähnten Untersuchungen über Festantennen an Seeflugzeugen wurde die effektive Höhe der festen Antenne einer Junkers G 24 im Fluge und am Boden gemessen.

Die Entwicklung brauchbarer Festantennen wurde dadurch stark gefördert, daß die im Antennenkreis auftretenden Verluste eingehend untersucht wurden. Durch Erregung der Antenne über ein als Energieleitung geführtes Kabel konnte die bei den jetzt üblichen Antennenformen nicht unerhebliche Stromabnahme in der Zuleitung vermieden werden. Die gewonnenen Ergebnisse werden jetzt beim Bau betriebsmäßiger Festantennen und bei der Entwicklung der drahtlosen Geräte angewandt.

Untersuchung von Hörkappen. Verschiedene zum Schutz gegen das Motoren- und Luftschraubengeräusch mit einer Kappe (Fliegerhaube) vereinigte Kopfhörer wurden mit dem in der DVL entwickelten Audimeter[6] auf die Wirksamkeit ihrer Geräuschdämpfung untersucht. Gemessen wurden bei Flugmotorengeräusch die Telephonspannungen, die nötig sind, um eine Auswahl von Tönen des Hörbereiches gerade wahrnehmbar zu machen.

Funkverkehr in Sportflugzeugen und Freiballonen. Auf Anregung des Reichsamtes für Flugsicherung wurde mit der Untersuchung der Frage begonnen, ob und wieweit Funknachrichten- und Peilgeräte in Sportflugzeugen und Freiballonen verwendet werden können, um auch diese Luftfahrzeuge an die Funksicherung anzuschließen. Die seither vorgenommenen Versuche bezogen sich lediglich auf den Freiballon. Eine Verwendung der üblichen mittellangen Wellen (900 m) macht hier für den Wechselverkehr Schwierigkeiten, da die erforderlichen Energiequellen im Freiballon fehlen. Dagegen konnte bei einer Versuchsfahrt ein ausreichender Wechselverkehr auf kurzen Wellen mit einem sehr kleinen Gerät (Ausgangsleistung 1,5 W) durchgeführt werden.

Eine bedeutsame Stütze für die Navigierung in Sportflugzeugen und Freiballonen bietet die umlaufende Richtfunkbake, da bei diesem Verfahren im Luftfahrzeug nur ein einfaches Empfangsgerät notwendig ist. Es wird in engster Zusammenarbeit mit der C. Lorenz AG. an der technischen Durchbildung des Senders gearbeitet.

2. Navigation mittels elektrischer Verfahren.

Untersuchung von Bodenpeilstellen im öffentlichen Flugsicherungsdienst. Auf einigen Flughäfen genügte die bisherige örtliche Lage der Bodenpeilstelle nicht den erhöhten Anforderungen, die an die funknavigatorische Unterstützung für Schlechtwetterlandungen gestellt werden. Es wurden in solchen Fällen (Frankfurt a. M.[7] und Hamburg[8]) Untersuchungen ausgeführt, um die in Aussicht genommenen neuen Aufstellungsorte der Peilstation vor Bau der Stationen auf ihre elektrische Eignung zu prüfen.

Untersuchung des Dämmerungseffektes. Wegen des zunehmenden Nachtflugverkehrs hat die Frage der sogenannten Dämmerungspeilfehler besondere Bedeutung bekommen. Es ist sowohl nötig, diese Fragen theoretisch zu klären als auch Verfahren auszuarbeiten, die Dämmerungspeilungen ohne Gefahr gestatten. Besonders interessiert die Frage, ob man als Ursache dieser Peilfehler praktisch lediglich anomale Polarisation annehmen darf. Von der DVL wird ein neues Verfahren bearbeitet, das sich den Bedürfnissen der Luftfahrt besonders anpaßt. Dieses stützt sich auf Ergebnisse, die bei der Untersuchung der indirekten Ausbreitung erhalten wurden.

Flugzeug-Eigenpeilung auf ultrakurzen Wellen. Für die Ansteuerung des Flughafens zum Zwecke der Blindlandung und Schlechtwetterlandung ist

---

[1] Der vollständige Jahresbericht mit den Veröffentlichungen erscheint im Verlag R. Oldenbourg, München, und kann durch den Buchhandel bezogen werden. — Die früheren Jahresberichte wurden in der ETZ 1930, S. 1525; 1931, S. 1026 und 1932, S. 1010 besprochen.

[2] H. Plendl, Neuere Ergebnisse auf dem Gebiete der Kurzwellen-Ausbreitung. Forschg. u. Fortschr. Bd. 8, S. 244/45 (1932). P. v. Handel und H. Plendl, Selektive Schwunderscheinungen und Höhenmessungen der Ionosphäre. 308. DVL-Bericht. Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 10, S. 76 (1933); vgl. DVL-Jb. 1933, S. VIII 9/VIII 14.

[3] DVL-Bericht Lf 202/1 und 204/2.

[4] DVL-Bericht Lf 204/1.

[5] DVL-Bericht Lf 203/1.

[6] DVL-Berichte Lf 600/1; Lf 600/2; Lf 605/1.

[7] DVL-Bericht Lf 303/1 vom 1. XII. 1932.

[8] DVL-Bericht Lf 303/1 vom 16. I. 1933.

Digitized by Google

es von Vorteil, auf Ultrakurzwellen Eigenpeilungen ausführen zu können. Es wurden Untersuchungen angestellt, ob das Drehrahmen-Peilverfahren auch bei diesen Wellen zu brauchbaren Ergebnissen führt. Es ergab sich, daß die Peilungen mehrdeutig waren, und daß die Funkbeschickungen sehr große Werte annahmen.

Zielfluggerät der Telefunken G. m. b. H. Im Berichtsjahr wurde von der Telefunken G. m. b. H. ein Zielfluggerät entwickelt, das dadurch gekennzeichnet ist, daß durch ein Umschaltverfahren am Rahmenempfänger die Trägerwelle jedes Rundfunksenders nach einem „a-n"-Verfahren ausgenutzt werden kann. Neben dem akustischen Empfang kann zur Navigierung auch ein einfaches Zeigerinstrument verwandt werden. Die Vorerprobung dieses Gerätes hat bereits bei der Deutschen Luft Hansa AG. gemeinsam mit der DVL stattgefunden.

3. Blindlandung mittels elektrischer Verfahren.

Leitstrahlnavigierung zur Ansteuerung eines Flughafens. Um die Bodenpeilstelle zu entlasten und sie für ihre eigentliche Aufgabe der Streckennavigierung freizumachen, wurde gemeinsam mit der C. Lorenz AG. ein Leitstrahl-Ansteuerungs-Verfahren auf der 8 m-Welle entwickelt und in Tempelhof erprobt.

Einschwebeverfahren. Auf dem Gebiet der Blindlandungen wurden weitere Fortschritte mit dem Gleitwegverfahren erzielt. Unter Aufgabe der horizontal polarisierten Abstrahlung konnten fliegerisch wesentlich günstigere Antennenformen erreicht werden. Das Flugzeug trägt nunmehr eine nur 80 cm lange vertikale Stabantenne[9].

Akustische Flughafenbegrenzung. Als Hilfsmittel zur Landung bei unsichtigem Wetter ist in den V. S. Amerika ein Verfahren angegeben worden, welches dem Flugzeugführer ein akustisches Vorsignal bei Erreichen der Flugplatzgrenze gibt. Es wurde versucht, dieses Verfahren zu vereinfachen und zu einer Signalmethode umzugestalten, die dem Flugzeugführer das Zeichen zum Durchstoßen (Drosseln des Triebwerksmotors) gibt.

4. Elektrische Bordgeräte. Elektrische Triebwerksausrüstung.

Höhenmesser der General Electric Co. und der Siemens & Halske AG. Die Untersuchung des akustischen Höhenmessers der GEC. erfolgte am Boden und im Flugzeug. Das Gerät besteht aus einer Pfeife, die an einen Zylinder des Triebwerksmotors angeschlossen ist. Im Augenblick des Pfiffes setzt sich der Zeiger des Ableseinstrumentes in Bewegung. Das Echo wird durch ein Schallrohr abgehört, in dem ein akustisches Filter eingeschaltet ist, um den Störspiegel des Motorlärmes zu eliminieren. Im Augenblick der Echowahrnehmung wird die Zeigerstellung des Anzeigeinstrumentes abgelesen. Für dieses Gerät wurden sowohl die Gerätefehler als auch die persönlichen Fehler des Beobachters bestimmt, die die Genauigkeit der Messungen begrenzen. Ferner wurde bei zahlreichen Flügen die größte und kleinste meßbare Höhe festgestellt.

Der Höhenmesser der S. & H. AG. beruht auch auf einem Kurzzeitmesser, der die Zeit zwischen dem Abgang eines Schallimpulses und dem Eintreffen des Echos mißt. Photogrammetrische Kontrollen der geloteten Höhen zeigten, daß die erzielbare Genauigkeit für die Anwendung im Flugzeug praktisch ausreicht. Bei allen akustischen Höhenmessern verringern Böen die sichere Reichweite, die ohnedies stark von der Bodenbeschaffenheit abhängig ist. Die Entwicklung wird fortgesetzt.

Reflexion akustischer Wellen am Boden. Die zur Entwicklung akustischer Höhenlote notwendige Kenntnis der Reflexionseigenschaften der Erdoberfläche für senkrecht einfallende Schallwellen wurde durch quantitative Versuche bestimmt. Die Geräte waren in das halbstarre Luftschiff PN 30 der Wasser- und Luft-Fahrzeug G. m. b. H. eingebaut, mit dem die benötigte geringe Geschwindigkeit über Grund bei genügend kleinem lokalem Störspiegel erzielt werden konnte. Es wurden bei einer Frequenz von 3000 Hz über verschiedenartigem Gelände die Reflexionskoeffizienten im Verhältnis zu den Reflexionskoeffizienten von Wasser festgestellt[10].

Untersuchung an Zündgeräten. Die bei einem Prüfstandversuch mit einem 9-Zylinder-Flugmotor besonders stark hervorgetretenen Unterschiede in der Zündpunkteinstellung einer Batterie- und einer Magnetzündanlage wurden in ihren Ursachen untersucht[11]. Es zeigte sich, daß ganz allgemein die mechanischen Eigenschaften der Zündernocken und Unterbrecher einen größeren Einfluß auf den Zündzeitpunkt haben als die elektrischen Größen, und daß auch bei dem Prüfstandversuch das verschiedene Verhalten der beiden Zündarten in der mechanischen Ausführung seinen Grund hatte.

Analyse von Motorgeräuschen. Zur Entwicklung von akustischen Auspuffiltern mußte die Zusammensetzung des Auspuffgeräusches von Flugmotoren festgestellt werden. Dies geschah mit dem in der DVL entwickelten Verfahren erhöhten Auflösungsvermögens.

Unterdrückung des Auspufflärmes. Zur Unterdrückung des Auspufflärmes der Flugmotoren wurde die Entwicklung akustischer Filter begonnen.

5. Verschiedenes.

Flugzeug-Selbststeuerungs-Anlagen. Umfangreiche Messungen, die an dem neuen Autopiloten der S. & H. AG. gemeinsam von der Flugabteilung und der Abteilung für Elektrotechnik und Funkwesen ausgeführt werden sollen, wurden vorbereitet.

Versuche an Zündleitungsmustern. Untersuchungen über die Dauerbeanspruchung der Leitungen in Zündanlagen ergaben, daß es hier im wesentlichen auf die Festigkeit des Gummis gegen das durch elektrische Glimmentladungen entstehende Ozon ankommt. Da die seither zur Verfügung stehenden Prüfverfahren besondere Mittel erfordern und nur wenig definierte Beanspruchungen liefern, übernahm es die DVL, nach einem besseren Verfahren zu suchen[12]. Es ergab sich schließlich eine Methode, bei der durch Wechselspannung von Netzfrequenz (50 Hz) rings um die zu prüfende Leitung Glimmentladungen und damit Ozon erzeugt wird, das durch Eintauchen der gebogenen Leitung in ein Bad von Bleikugeln, die etwa 3 mm Dmr. haben, entsteht[13].

Stellungslichter. Die zur Zeit in der Luftfahrt gebräuchlichen Stellungslichter, die denen der Seefahrt ähnlich sind, entsprechen hinsichtlich ihrer Reichweite nicht den internationalen Vorschriften. Zur Erfüllung der Vorschriften sind nämlich Lichtstärken und damit Leistungen von einer Größe erforderlich, wie sie in Luftfahrzeugen meist nicht zur Verfügung stehen. Um eine Übereinstimmung zwischen Vorschrift und Ausführung der Lichter zu ermöglichen, wurden von verschiedenen Stellen Abänderungsvorschläge gemacht. Diese wurden untersucht und miteinander verglichen[14].

Der Kathodenstrahl-Oszillograph der DVL. Für Hochfrequenz-Untersuchungen, die sich mit den käuflichen Braunschen Röhren nicht mehr durchführen lassen, wurde ein Kathodenstrahl-Oszillograph gebaut. Der KO. ist bis auf das Entladungsrohr ganz aus Metall ausgeführt. Er hat mit Ausnahme des Drehschliffes (zum Steuern der Kassette für Innenaufnahmen) Gummidichtungen. Bei geteiltem Vakuum arbeitet er mit nur einer Diffusionspumpe.

Der KO. fand bis jetzt hauptsächlich Verwendung zur Untersuchung von Überspannungsableitern zum Schutz von Flugzeugfunkgeräten[15], zur Messung der Modulation und der Einschwingvorgänge von Flugzeugsendern, zur Bestimmung des Spannungsverlaufes an Zündkerzen, zur Ermittlung der Zündzeitpunktverschiebung von Batterie- und Magnetzündern und zur Untersuchung der Zündstörungen von Funkgeräten.

Der Meßbereich des KO. ist durch magnetisch einstellbare Ablenkplatten zwischen 0,5 mm/V und 500 mm/V beliebig wählbar. Frequenzen von 10^7 Hz sind noch deutlich zu schreiben[16].

Glimmlampen-Indikator für schnellaufende Kolbenmaschinen. Zusammen mit der Motorenabteilung der DVL wurde ein Indikator entwickelt, der mit einer Glimmlampe mit punktförmigem Leuchtfleck ein Diagramm auf lichtempfindliches Papier schreibt[17]. Die Glimmlampe wird durch eine Kontaktmembran aus- und eingeschaltet, die auf der einen Seite dem Zylinderdruck, auf der anderen Seite dem Druck von Preßluft (Gegendruck) ausgesetzt ist. Sie zeichnet auf den mit

[9] DVL-Berichte Lf 400/4; Lf 400/5.

[10] F. Eisner und K. Krüger, Messung des Reflexionsvermögens des Erdbodens für senkrecht einfallende Schallwellen. 331. DVL-Bericht. Hochfrequenztechn. Bd. 42 (1933) und DVL-Jb. 1933, S. VIII 27/VIII 30.

[11] DVL-Bericht Lf 500/5. H. Viehmann, Zündzeitpunktverschiebung und Zündspannungsverlauf an Verbrennungsmotoren, untersucht mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen. 335. DVL-Bericht. Automob.-techn. Z. Bd. 36 (1933) und DVL-Jb. 1933, S. VIII 43.

[12] DVL-Bericht Lf 703/1.

[13] DVL-Bericht Lf 703/2.

[14] DVL-Bericht Lh 706/1.

[15] DVL-Bericht Lf 702/1. H. Viehmann, Überspannungsableiter zum Schutz von Flugzeugfunkgeräten, untersucht mit dem KO. ETZ 1933 (erscheint demnächst) und DVL-Jb. 1933.

[16] DVL-Bericht Lf 83/2.

[17] DVL-Bericht Df 600/1. R. Brandt und H. Viehmann, Der DVL-Glimmlampenindikator für schnellaufende Motoren. 322. DVL-Bericht. Automob.-techn. Z. Bd. 36, S. 309 (1933) und DVL-Jb. 1933, S. V 58/V 60.

Digitized by Google

der Motorwelle umlaufenden Registrierstreifen so lange einen Strich, wie der Druck im Motorzylinder den Gegendruck überschreitet. Außerdem wird das Licht der Glimmlampe (mittels eines Spiegels) senkrecht zu dem so geschriebenen Strich verhältnisgleich dem Gegendruck abgelenkt, so daß bei langsamer Änderung des Gegendruckes ein mittleres Diagramm aus einer Anzahl von Arbeitsspielen Strich für Strich aufgezeichnet wird. Das Verfahren wurde an Vergaser- und Dieselmotoren erprobt. Es ist zum DRP. angemeldet.

Der Indikator arbeitet praktisch trägheitsfrei, so daß er besonders für Untersuchungen an schnellaufenden Maschinen geeignet ist.

Gerät zur Anzeige beginnender Vereisung. Es wurde ein Gerät entwickelt, das aus einer alle 5 s selbsttätig kontaktgebenden Vorrichtung besteht, die an Stellen des Flugzeuges, wo sich besonders leicht ein Eisansatz bildet, anzubringen ist[18]. Sobald durch Eisbildung ein Schließen des Kontaktes verhindert wird, gibt eine Warnlampe Blinklicht. In die eine Kontaktfläche ist eine Heizwicklung eingebaut, mit der das Eis abgetaut werden kann, so daß das Gerät zu erneuter Anzeige wieder bereit steht. Eine Prüftaste gestattet jederzeit festzustellen, ob Anzeigebereitschaft vorhanden ist.

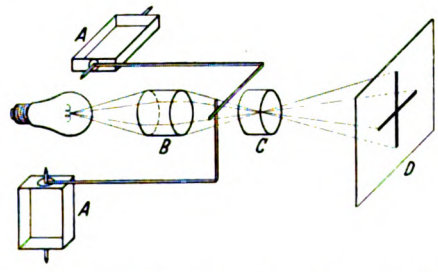
[18] DVL-Bericht Kf 606/1.

Das Schattenkreuz-Meßgerät*.

Von Dr.-Ing. P. M. Pflier, Berlin.

Übersicht. Es wird ein neuartiges Lichtzeiger-Meßgerät mit Flächenskala beschrieben, das Wirkleistung, Blindleistung, Scheinleistung, Leistungsfaktor und Energierichtung auf einer gemeinsamen Skala in übersichtlicher Weise zur Darstellung bringt. Die Anwendung des Konstruktionsgrundsatzes auf Dreifach-Strom- oder -Spannungsmesser und Nullvoltmeter wird erläutert. Das Gerät kann als Schalttafelgerät oder als Rieseninstrument mit beliebigem Skalendurchmesser ausgeführt werden.

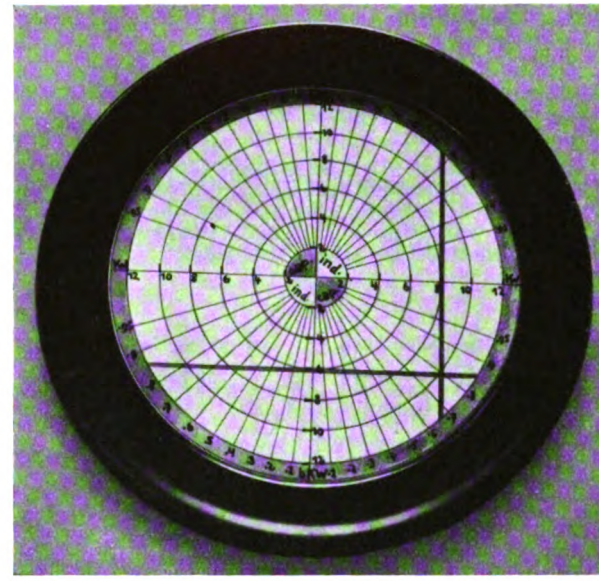
Die Konstruktion des neuen Meßgerätes wurde durch betriebstechnische und wirtschaftliche Überlegungen angeregt. Durch die phantastischen Ausmaße der mit normalen Geräten bestückten Schaltwarten in Großkraftwerken und Lastverteiler-Zentralen wird ein rascher Überblick außerordentlich erschwert und damit der Wert der Meßzentralen in Frage gestellt. Da der Verzicht auf einen Teil der gemessenen Werte unerwünscht ist, bleibt nur die Wahl zwischen Verminderung der Instrumentengröße oder der Darstellung mehrerer Meßwerte auf einem Instrument. Beide Wege wurden mit Erfolg beschritten, und es entstanden die Miniatur- und die Vielfachinstrumente[1]. Die Miniaturinstrumente waren keine befriedigende Lösung: sie ergaben zwar gedrängtere Schaltwarten, erhöhten jedoch keineswegs die Übersichtlichkeit, während die Verbindung mehrerer Einzelgeräte durch einen gemeinsamen Rahmen und die Anordnung mehrerer paralleler oder sich kreuzender Zeiger mit einer gemeinsamen Skala recht brauchbare Geräte ergab. Eine weitere Lösung sind die umschaltbaren Geräte, die nacheinander verschiedene Meßgrößen anzeigen oder aufzeichnen, wobei der betriebswichtigste Wert dadurch bevorzugt behandelt werden kann, daß er länger als die anderen oder dauernd angezeigt wird und die weniger wichtigen Werte nur kurzzeitig oder nur auf Anforderung erscheinen. Den Idealzustand, alle wichtigen Betriebsgrößen eines Abzweiges oder eines Generators auf einer gemeinsamen Skala so anzuzeigen, daß eine Unterrichtung mit einem Blick möglich ist, erreichte keines dieser Geräte.



A Meßwerk *B* Kondensator *C* Objektiv *D* Bildschirm

Abb. 1. Anordnung der Meßwerke und Strahlengang.

Das neue Gerät[2] kommt diesem Ziel näher. Es ist ein Vielfachgerät mit 4 gleichzeitig angezeigten Meßwerten. Von den bekannten Geräten mit Flächenskalen unterscheidet es sich durch die vektorielle Darstellung physikalisch zusammenhängender Wechselstromgrößen in der komplexen Zahlenebene, ferner durch die Verwendung eines Lichtzeigers, der die konstruktiven Mängel der bekannten Geräte mit einem Schlage beseitigt[3].



Scheinleistung 10 kVA, Wirkleistung 8 kW, Blindleistung 6 kW
Leistungsfaktor 0.8 kap. Energielieferung

Abb. 2. Skalenbild eines Schattenkreuz-Leistungsmessers.

Das Gerät besteht aus 3 Hauptteilen: einem Meßwerkkasten, der zwei senkrecht zueinander angeordnete Meßwerke enthält, einem Projektionsschirm mit der Skala und einer Projektionseinrichtung. Meßwerke und Optik sind zusammengebaut; die Skala kann völlig getrennt angeordnet werden (Abb. 1). Vor dem Kondensor der Projektionsoptik bewegen sich die beiden aufeinander senkrechtstehenden Zeiger der Meßwerke; da sie aus dünnen Stahldrähten bestehen, bildet ihre Projektion auf der Skala ein rechtwinkliges Schattenkreuz. Ist nun das eine Meßwerk ein Wirkleistungs-, das andere ein Blindleistungsmesser für Drehstrom beliebiger Belastung und Nullpunkt in der Mitte, so entsteht das Skalenbild der Abb. 2.

Die Flächenskala ist eine Nachbildung der Gaußschen Zahlenebene mit der Richtung der positiven Wirkachse von links nach rechts, der positiven Blindachse von unten nach oben. Jeder Punkt dieser Skalenebene ist durch seine Koordinaten eindeutig gekennzeichnet, und es ist möglich, die Vektorsumme zweier Größen sowie ihr Verhältnis abzulesen, wenn diese Größen in der Richtung der Koordinatenachsen von der Nullinie aus aufgetragen wer-

* Eingeg. am 20. X. 1932.

[1] R. M. Stanley, Electr. Wld., N.Y., Bd. 98, S. 22 (1931). G. E. Farmer, ebenda Bd. 98, S. 462 (1931); Bd. 99, S. 230 (1932). E. G. Bern, ebenda Bd. 99, S. 702 (1932). Plechl u. Fritz, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50, S. 241 (1932); Helios, Lpz., Bd. 36, S. 1413 (1930); ebenda Bd. 38, S. 157 (1932).

[2] Hersteller: Siemens & Halske AG.

[3] G. Keinath, Die Technik elektrischer Meßgeräte (München 1928) Bd. 2, S. 105.

Digitized by Google

den, was durch die beiden Schattenstriche in einfacher Weise geschieht. Der Schatten des Wirkleistungsmessers gibt auf der horizontalen Skala die Wirkleistung, der Schatten des Blindleistungsmessers auf der vertikalen die Größe der Blindleistung an. Der Kreis durch den Schnittpunkt der beiden Schattenstriche gibt die Scheinleistung

$$Z = \sqrt{N_w^2 + N_b^2}$$

und der Radius durch diesen Schnittpunkt den Leistungsfaktor

$$\cos\varphi = N_w/Z.$$

Die Bildung der Scheinleistung und des Leistungsfaktors gemäß ihren mathematischen Definitionen ist als besonderer Vorteil des Instrumentes anzusehen, da Scheinleistungsmesser und Leistungsfaktormesser für Drehstrom beliebiger Belastung bisher nur mit großem Aufwand hergestellt werden konnten. Die Verlegung des Nullpunktes in den Skalenmittelpunkt gestattet ferner die Ablesung der Energierichtung und der Phasenlage des Stromes. Die Darstellung einiger Betriebsfälle soll dies noch deutlicher machen.

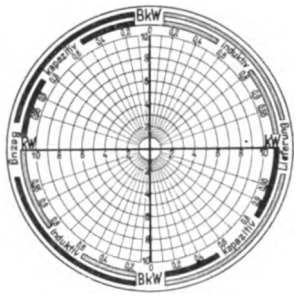


Abb. 3. Skalenbild; Wirkleistung gleich Blindleistung gleich Null.

Abb. 3: Die Leitung ist abgeschaltet. Die Schattenstriche fallen mit dem Achsenkreuz zusammen.

Abb. 4: Der Generator liefert reine Wirkleistung; der Schnittpunkt der Schattenstriche liegt auf der Wirkachse, die Scheinleistung ist gleich der Wirkleistung, der Leistungsfaktor gleich 1.

Abb. 5: Es wird Wirkleistung aufgenommen und kapazitive Blindleistung geliefert. Der Leistungsfaktor ist 0,32 kap. Das Gerät gibt also auf einen Blick ohne Ableselineal oder Umrechnungstafel Aufschluß über die Belastungsverhältnisse eines Abzweiges.

meßbaren Größen verwendet werden. An die Meßwerke werden außer einer guten Dämpfung keine besonderen Anforderungen gestellt; eine Geradführung der Zeiger ist wegen des kleinen Ausschlagwinkels nicht erforderlich. Auch Fernmeßgeräte oder Summeninstrumente jeder Art sind verwendbar.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel ist die Anordnung dreier um 120 ° versetzter Zeiger vor der Projektionsoptik zur Darstellung dreier gleichartiger Größen eines Drehstromnetzes, beispielsweise der drei Spannungen sowie der Symmetrieverhältnisse. Die Skala wird dann die Form eines regulären Sterns oder eines gleichseitigen Dreiecks erhalten. Die Ausführung in Sternform ist in Abb. 6 in drei verschiedenen Betriebsfällen dargestellt, wobei zur

Abb. 4. Wirkleistung 8 kW, Scheinleistung 8 kVA, Blindleistung 0, Energielieferung, $\cos\varphi = 1$.

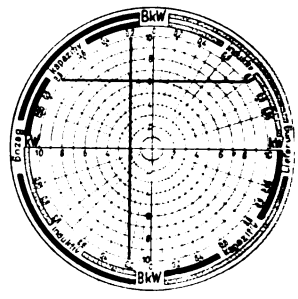
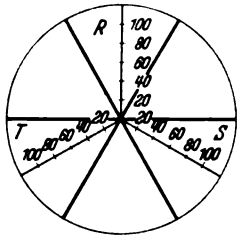
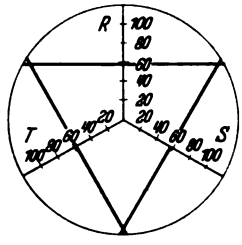


Abb. 5. Wirkleistung 2 kW, Blindleistung 6 kW, Scheinleistung 6,3 kVA, $\cos\varphi = 0{,}32$ kap., Wirkleistungsbezug, Lieferung kapazitiver Blindleistung.

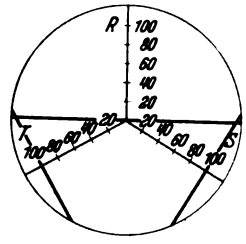
Erzielung eines linearen Skalenverlaufes Drehspulmeßwerke mit Trockengleichrichtern zugrunde gelegt sind. Wenn die Sternspannungen gemessen werden, so bilden die drei Schattenstriche bei normalem Betrieb ein gleichseitiges, zum Nullpunkt symmetrisches Dreieck (Abb. 6 b). Jede Unsymmetrie im Netz wirkt sich als Verschiebung



a) spannungsloser Zustand: $R = S = T = 0$



b) Normalfall: $R = S = T = \frac{100}{\sqrt{3}}$



c) Erdschluß in R: $R = 0$; $S = T = 100$

Abb. 6. Schattenkreuz-Meßgerät als Dreifachspannungsmesser für die 3 Erdspannungen.

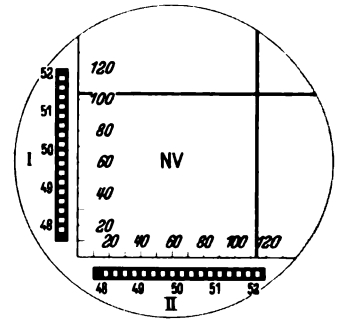


Abb. 7. Doppel- und Nullvoltmeter als Schattenkreuz-Meßgerät in Verbindung mit Zungenfrequenzmessern.

Gewöhnlich wird das Gerät hinter der Schalttafel angeordnet und die Mattglasskala durchleuchtet. Die Skalenteilung ist entweder auf die Skala aufgezeichnet oder sie ist in der Zeigerebene angeordnet und wird mit den Zeigern projiziert. Im ersten Fall muß bei der Montage auf die richtige Lage der Meßwerke zur Skalenebene geachtet werden, während im zweiten Fall keinerlei Justierung erforderlich ist. Durch Änderung des Bildabstandes kann ohne Schwierigkeit Skalengröße oder Skalenendwert, also die Empfindlichkeit, verändert werden. Für normale Instrumentengrößen bis 300 mm Skalendurchmesser sind eine 15 W-Lampe und ein Bildabstand von rd. 500 mm erforderlich.

Hinsichtlich Genauigkeit, Dämpfung, Eigenverbrauch, Betriebsicherheit und Kurzschlußfestigkeit entspricht das Gerät vollkommen den Schalttafelgeräten, von denen es sich nur durch die besondere Zeigerform und die Projektionseinrichtung unterscheidet. Die lineare und scharfe Projektion der in verschiedenen Ebenen spielenden Zeiger macht keine Schwierigkeiten. Wenn auch die Drehstromleistungsmessung einen besonders schönen Anwendungsfall des Schattenkreuz-Meßgerätes darstellt, so ist das Gerät doch nicht darauf beschränkt. Es kann vielmehr grundsätzlich zur Anzeige aller mit Zeigerinstrumenten

des Dreiecks aus. Die Größe dieses Dreiecks ist ein anschauliches Maß für die Größe der Spannung. Bei abgeschaltetem Netz bilden die Schattenzeiger einen regulären sechsstrahligen Stern mit dem Schnittpunkt im Koordinaten-Anfangspunkt (Abb. 6 a). Ferner läßt sich das Konstruktionsprinzip auf ein neuartiges Nullvoltmeter und Doppelvoltmeter anwenden. In diesem Fall verschiebt man den Koordinaten-Anfangspunkt aus der Skalenmitte und trägt auf den beiden Achsen die zu vergleichenden Spannungen auf. Solange das Gerät als Doppelvoltmeter arbeitet, bilden die Schattenstriche zusammen mit den Koordinatenachsen ein Rechteck, das bei Spannungsgleichheit zum Quadrat wird (Abb. 7). Zum Synchronisieren werden die beiden Meßwerke in Reihe geschaltet, worauf das Quadrat im Takt der Schwebungsspannung zu atmen beginnt. Bei Synchronismus und Phasenverschiedenheit steht das Quadrat still und zeigt die Größe der Phasenverschiedenheit an, bei Phasengleichheit fällt es mit dem Achsenkreuz zusammen. Unter Umständen können parallel zu den Spannungsmesserskalen Zungenkämme für die beiden Frequenzen angebracht werden.

Das Gerät ist zunächst zum Einbau in normale Schalttafeln und Leuchtschaltbilder gedacht. Entgegen

Digitized by Google

seinem ursprünglichen Zweck läßt es sich mit einer stärkeren Lichtquelle aber auch als Rieseninstrument ausbilden. Man könnte beispielsweise an ein Synchronisiervoltmeter denken, das weithin sichtbar auf eine Wand der Schaltwarte projiziert wird. In Lastverteileranlagen wäre die Anordnung mehrerer Leistungsmesser vor einer gemeinsamen Projektionswand ausführbar, die den Lastverteiler in die Lage setzen würde, sich durch Einschalten der Beleuchtung die Belastungsverhältnisse der einzelnen Kraftwerke vor Augen zu führen.

Die Lage der Elektrizitätswirtschaft in Belgien.

Von Ing. P. Celis, Brüssel.

Übersicht. Der Aufsatz gibt einen kurzen Überblick über die Entwicklung der belgischen Elektrizitätswirtschaft während der Jahre 1931/32 und ergänzt damit die in der ETZ 1930, S. 153, erschienene Darstellung des Ministerialdirektors M. Lassalle. Die Entwicklung bestand hauptsächlich in der Zusammenfassung der Stromerzeugung in leistungsfähigeren und wirtschaftlicher arbeitenden Kraftwerken, dem Ausbau verschiedener Wasserkräfte, in stärkerer Verwertung der Nebenprodukte sowie in der Errichtung von Kupplungs- und Übertragungsleitungen für mehr und mehr gesteigerte Spannungen.

A. Die Elektrizitätserzeugung.

Für die Betrachtung der Elektrizitätserzeugung in Belgien, rückblickend vom 1. I. 1933, sind besonders folgende Vorgänge von Bedeutung (s. Abb. 1):

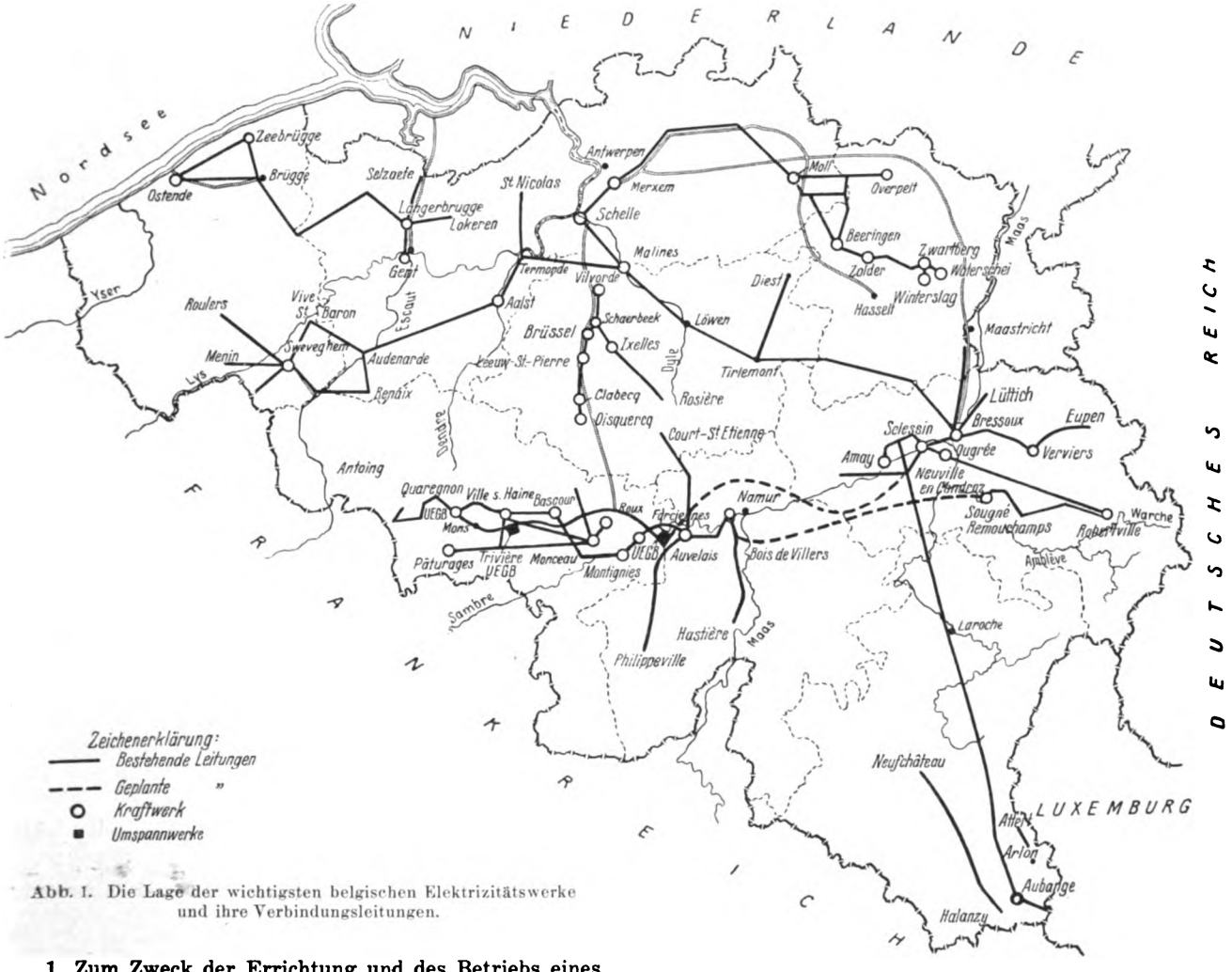


Abb. 1. Die Lage der wichtigsten belgischen Elektrizitätswerke und ihre Verbindungsleitungen.

1. Zum Zweck der Errichtung und des Betriebs eines Großkraftwerks bei Schelle, am Ufer der Schelde, das imstande sein sollte, einen großen Teil der von beiden Gesellschaften benötigten Elektroenergie wirtschaftlich zu liefern, haben die Sté. Intercommunale Belge d'Electricité und die Sté. d'Electricité de l'Escaut die Sté. Coopérative de Production de l'Escaut gegründet.

Das Kraftwerk, dessen installierte Leistung auf 630 000 kW bemessen ist, wurde am 1. XI. 1930 dem Betrieb übergeben. Der erste Ausbau umfaßt eine Gruppe von 6 Kesseln und 4 Sätze Wechselstrom-Turbogeneratoren mit insgesamt 150 000 kW (3 Sätze zu je 30 000 kW bei 3000 U/min und 1 Satz zu 60 000 kW bei derselben Umdrehungszahl). Die Turbinen erhalten den Dampf unter einem Druck von 35 kg/cm² und bei 425 ° C. Die Erzeugungspannung beträgt 10 500 V, die Frequenz 50 Per/s. Daneben hat man die installierte Leistung der Zentrale von Bressoux, die die Sté. Intercommunale Belge d'Electricité betreibt, und die, vorteilhaft an der Maas gelegen, eine wichtige Rolle in der Elektrizitätsversorgung des Bezirks Lüttich spielt, auf 100 500 kW erhöht.

Infolge der Indienststellung des Werks von Schelle und der Erweiterung von Bressoux konnte die Intercommunale den Betrieb der Zentralen von Malines, Pâturages und Verviers einstellen, die indessen für den Bedarfsfall immer noch bereit stehen. Die übrigen Kraftwerke der Gesellschaft in Swevegem, Alost, Bressoux, Monceau und Roux arbeiten weiter und sichern den normalen Dienst.

Wie schnell sich die Zentralen der Sté. Intercommunale (ohne die von Schelle) entwickeln konnten, zeigt folgende Übersicht:

Jahr.....	1927	1928	1929	1930	1931
Inst. Leistung in kW.....	181 450	199 450	199 450	256 950	295 000

Digitized by Google

Das Kraftwerk Merxem der Sté. d'Electricité de l'Escaut hat seit 1930 keine Veränderungen erfahren; es dient dazu, die Spitzenbelastung des Unternehmens zu decken, während die Grundlast von der Schellezentrale getragen wird.

2. Im März 1928 war eine Gesellschaft zu dem Zweck gebildet, die bis dahin auf zahlreiche, völlig unabhängige Werke verteilte Erzeugung elektrischer Arbeit im Bezirk Brüssel in einem leistungsfähigen Organismus zu konzentrieren. Sie heißt Union Intercommunale des Centrales Electriques du Brabant, gemeinhin „Interbrabant" genannt, und besitzt zwei miteinander gekuppelte Kraftwerke: das von Leeuw St. Pierre (install. 50 000 kW) und eins bei Schaerbeek (install. 90 000 kW). Beide Zentralen, deren eine im Süden, die andere im Norden des Brüsseler Gebiets liegt, sind von zwei Verteilungsgesellschaften, der Sté. anonyme Electricité et Gaz de l'agglomération bruxelloise (Electrogaz) und der Sté. Bruxelloise d'Electricité, eingebracht worden. Das für 120 000 kW bemessene Kraftwerk Schaerbeek arbeitet gegenwärtig mit vier Maschinensätzen zu je 20 000 kW bei einem Dampfdruck von 35 kg/cm² und 450 ° C; die Nähe des Brüsseler Gebiets hat die Verwendung von Staubkohle nicht gestattet.

Die beiden Zentralen sind überdies mit den städtischen Werken von Brüssel und Ixelles, dem der Sté. Centrales Electriques des Flandres et du Brabant in Oisquercq, mit der metallurgischen Anlage der Sté. anonyme des Forges de Clabecq (11 000 kW) und der Zentrale der Cokeries du Brabant in Grimberghen gekuppelt.

Dank der durch den Zusammenschluß verfügbar gewordenen Reserven war es möglich, das verhältnismäßig alte Kraftwerk der Tramways Bruxellois sowie das der Cie. l'Auxiliaire d'Electricité gehörende von Hoeylaert stillzulegen; anderseits konnte man das in dem Aufsatz von 1930 erwähnte Projekt der Sté. anonyme du Gaz de St. Josse und der Centrale de Gaz et d'Electricité für eine Zentrale in Vilvorde fallen lassen.

Die installierte Leistung sämtlicher miteinander gekuppelten Kraftwerke erreicht ungefähr 250 000 kW. Dieser Vereinigung liefert die metallurgische Zentrale von Clabecq jährlich im Durchschnitt 25 Mill kWh, die aus den früher nicht verwerteten Hochofengasen gewonnen werden.

Mit Ausnahme der Gemeinde St. Gilles (65 000 Einwohner bei einer Gesamtzahl von mehr als 1 Mill) wird das ganze Gebiet Brüssels und der Südwesten der Provinz Brabant direkt oder indirekt von der „Interbrabant" mit Elektrizität versorgt.

Diese Organisation funktioniert zur allgemeinen Zufriedenheit. Infolge eines kürzlich entstandenen Brandes war das städtische Elektrizitätswerk von Brüssel zeitweise außer Betrieb gesetzt, ein kurz vorher zwischen der Brüsseler Stadtverwaltung und der „Interbrabant" getroffenes Hilfsabkommen ermöglichte es aber, die Stromverteilung nach einer Unterbrechung von nur wenigen Stunden wieder aufzunehmen.

Die Erzeugung betrug 1931 rd. 200 Mill kWh und dürfte im Jahr 1932 sicher 300 Mill kWh überschritten haben.

3. Die Sté. Centrales Electriques des Flandres et du Brabant hat in ihrem Kraftwerk Langerbrugge die in dem eingangs zitierten früheren Aufsatz schon erwähnte Politik der technischen Erneuerung fortgesetzt. Von 20 kg/cm² Dampfdruck in 1918 ist sie allmählich zu 50 kg und einem kritischen Druck von 226 kg gelangt. Das Kesselhaus enthält auch einen Benson-Kessel, der stündlich 110 bis 135 t Dampf von 225 kg zu liefern vermag. Die Maschinenanlage umfaßt vor allem zwei Turbosätze von je 4000 kW, in denen der Dampf von 200 auf 60 kg, und drei solche Sätze zu je 25 000 kW, in denen er von 56 auf 0 kg/cm² entspannt wird; einer der letzteren Sätze arbeitet in Verbund mit den beiden Gruppen von 4000 kW. Die Wechselstromgeneratoren erzeugen eine Spannung von 36 kV unmittelbar zwischen den Phasen.

Weiterhin hat die Gesellschaft zusammen mit der Sté. d'Ougrée Marihaye, der Besitzerin der dortigen Koksöfen, auf geteilte Rechnung in Zeebrugge eine Zentrale von 11 500 kW gebaut, um das überschüssige Gas der Öfen für die Feuerung zu verwerten. Dieses Werk ist mit der Zentrale Langerbrugge sowie mit der der Electricité du Littoral in Ostende gekuppelt.

4. Während der hier betrachteten Periode von 1930 bis 1933 hat die Gruppe der Selbsterzeuger die Politik des Zusammenschlusses und der Konzentration der Produktionsanlagen ihrer Mitglieder weiter verfolgt. Ihre Tätigkeit offenbarte sich in erster Linie durch die Ausdehnung der Linalux in das südliche Luxemburg, wo Zusammenschlüsse mit dem Großherzogtum und dem Osten Frankreichs hergestellt sind, sowie durch die Bildung neuer Vereinigungen von Kraftwerken in der Provinz Hainaut.

Die Union des Centrales Electriques de Liège, Namur, Luxembourg (abgekürzt Linalux) vereinigt z. Z. 58 Zentralen und Unternehmungen mannigfacher Art (Kohlenzechen, metallurgische und chemische Werke, Zinkhütten, Übertragungs- und Verteilungsanlagen). Die installierte Leistung der verschiedenen angeschlossenen Betriebe erreicht etwa 390 000 kW, wovon 129 000 mit dem Gas der Hoch- bzw. Koksöfen und 15 000 kW aus Wasserkraft gewonnen werden. Mit dieser Gruppe gekuppelt sind die oben genannte Zentrale von Bressoux sowie die hydroelektrischen Anlagen der Serma, über die noch zu sprechen sein wird. Der Energieaustausch stellte sich 1931 auf 180 Mill kWh. Die die einzelnen Kraftwerke zusammenschließenden Leitungen führen Spannungen von 6,3, 15 und 70 kV. Eine für 150 kV vorgesehene Linie verbindet das südliche Luxemburg mit den Anlagen des Bezirks Lüttich.

Drei Vereinigungen bestehen in den verschiedenen Becken von Hainaut, die alle zur Sté. anonyme Union des Centrales Electriques du Hainaut gehören:

a) das Groupement du Borinage, das 17 ihm angeschlossene Anlagen, nämlich Kohlenzechen, metallurgische Betriebe, Steinbrüche, Zementwerke, Kokereien, chemische Fabriken und die Zentrale der Sté. Intercommunale Belge d'Electricité in Pâturages umfaßt. Die Gruppe, deren installierte Leistung 140 000 kW ausmacht, besitzt ein Kohlenkraftwerk von 50 000 kW in Quaregnon; die Heizung einzelner ihrer Kessel mit Koksofengas wird demnächst eingeführt. Die Kupplung ist mittels Erdkabel für 10,5 kV und Freileitungen für 30 kV hergestellt. Der Stromaustausch stieg 1931 auf 4 Mill kWh.

b) das Groupement du Centre mit 10 angeschlossenen Unternehmungen (metallurgische, Kohlenzechen und ein chemisches Werk). Von 60 000 kW ausgenutzter Leistung werden 11 250 mittels Hochofengas erzeugt. Der Energieaustausch stellt sich auf 12,5 Mill kWh. Kabel und Freileitungen für 30 kV vermitteln den Zusammenschluß.

c) das Groupement de la Sambre, dem 23 Betriebe (Kohlenzechen, metallurgische und Eis fabrizierende Werke sowie die der Sté. Centrale Electrique de l'Entre Sambre et Meuse gehörende Zentrale von Auvelais) zuzurechnen sind. Ihre installierte Leistung beziffert sich auf 167 000 kW; 40 000 davon werden mit Gas gewonnen. Die Kupplung ist hier wie bei dem Groupement du Centre durchgeführt.

Die verschiedenen Unions des Centrales du Hainaut werden mit der Linalux durch die Union Générale Belge de l'Electricité mittels einer 150 kV-Leitung vereinigt, doch ist man noch mit dem Studium dieser Anlage beschäftigt, während die Verbindungen der drei Unions untereinander sich in Betrieb befinden.

5. Die Pläne der Sté. d'Electricité de la Région de Malmedy (Serma) für den Bau hydroelektrischer Kraftwerke sind programmäßig ausgeführt. Die Zentralen von Sougné-Remouchamps (Amblève) und Robertville, die Wehranlagen dieser Stadt sowie von Butgenbach arbeiten bereits. Man steht vor der Vollendung des letztgenannten Werks, hat aber die übrigens durchaus weniger wichtigen Anlagen von Pont-de-Warche noch nicht in Angriff genommen.

Die Arbeiten, die dazu dienen sollen, die Schiffbarkeit der Maas in der Provinz Lüttich zu erhöhen, wurden gleichfalls dem Programm entsprechend fortgesetzt; die erste der für diesen Fluß vorgesehenen modernen Wehranlagen, die bei der Insel Monsin, kam schon 1929 in Betrieb, doch steht die hydroelektrische Verwertung des damit geschaffenen künstlichen Gefälls noch aus.

B. Die Elektrizitätsverteilung.

Gegenwärtig wird nahezu ganz Belgien mit elektrischer Arbeit versorgt. Bei einer Gesamtzahl von 2672 Gemeinden entbehren kaum 100, deren Bevölkerung 0,1 Mill Einwohner (1,25 % derjenigen des ganzen Königsreichs) nicht überschreitet, des Anschlusses an eine Stromverteilungsanlage. Die meisten der in dem Aufsatz von 1930 als projektiert bezeichneten Kupplungsleitungen hat man inzwischen gebaut. Auf folgendes sei besonders hingewiesen.

1. Das 36 kV-Netz der Centrales Electriques des Flandres et du Brabant wurde durch eine Leitung Langerbrugge-Selzaete vervollständigt;

2. die „Interbrabant" betreibt jetzt mit 36 kV ein unterirdisches Netz, das die Kraftwerke von Vilvorde, Schaerbeek, Brüssel, Droogenbosch, Clabecq, Oisquercq, Ixelles verbindet; es beliefert auch das Gebiet mit elektrischer Arbeit, welches vordem die Zentrale von Hoeylaert (Rosières) versorgte;

Digitized by Google

3. das Kraftwerk Schelle wurde mit dem von Merxem, u. zw. durch Einleiter-Erdkabel für 70 kV sowie mit dem Werk von Malines gekuppelt, dagegen hat man den Plan, es mit der Gruppe der Zentralen von Roux, Monceau und Pâturages zusammenzuschließen, bisher nicht weiter verfolgt;

4. in der Provinz Hainaut haben die Selbsterzeuger, unabhängig von den durch die Verteilungsgesellschaften, besonders die Sté. Intercommunale Belge d'Electricité (Verbindung Roux, Monceau, Pâturages) und die Compagnie Réunies d'Electricité et de Transports — Electro-Rail — (Verbindung Ville-sur-Haine, Bascoup, Montigny, Farciennes), geschaffenen Kupplungen die im Abschnitt „Elektrizitätserzeugung" schon genannten drei Gruppen der Union des Centrales Electriques du Hainaut (Borinage, Centre und Sambre) gebildet, Schwesterunternehmen der oben erwähnten Linalux;

5. letztere Gesellschaft hat in Verfolg ihrer Konzentrationspolitik die 150 kV-Leitung von Neuville-en-Condroz nach Aubange errichtet, die das Becken des südlichen Luxemburg mit dem von Lüttich verbindet und einen Energieaustausch mit den Kraftwerken des Großherzogtums, ja selbst mit der Gegend von Nancy gestattet;

6. eine neue Organisation der genannten Erzeugergruppe, die bereits angeführte Union Générale Belge d'Electricité, ist in Tätigkeit getreten. Sie soll die drei Unions des Centrales du Hainaut mittels 150 kV-Linien und die Linalux mit Hilfe einer von Quaregnon nach Neuville-en-Condroz laufenden Leitung kuppeln. Die Strecke Quaregnon—Farciennes ist fertig, der Rest wird z. Z. studiert;

7. die Serma, eine Gesellschaft aus dem Interessenkreis der Sté. financière de Transports et d'Entreprises industrielles (Sofina), verbindet das Kraftwerk von Sougné-Remouchamps mit ihrer Zentrale Robertville und diese mit der Linalux. Sie studiert ferner gegenwärtig einen Zusammenschluß des Wasser- und des Wärmekraftwerks von Auvelais, welch letzteres der gleichfalls zur Sofina zählenden Centrale Electrique de l'Entre Sambre et Meuse gehört, mittels einer 70 kV-Leitung von Auvelais nach Sougné-Remouchamps.

C. Verkauf und Tarifgestaltung.

Auf diesem Gebiet hat sich die Lage, wie sie in dem eingangs genannten Aufsatz geschildert ist, nicht geändert. Es muß jedoch bemerkt werden, daß das damals erwähnte Generalprogramm für den Zusammenschluß von Zentralen bis jetzt noch nicht durchgeführt ist. Die derzeitigen Verhältnisse sind außerdem für die Investierung neuer Kapitalien keineswegs günstig.

D. Gesetzgebung. Eingreifen der öffentlichen Verwaltung.

Im Verlauf der Jahre 1930, 1931 und 1932 hat die Gesetzgebung keine wesentlichen Änderungen erfahren. Die Rechtslage der Elektrizitätsindustrie, wie sie heute ist, entspricht noch immer der durch das Gesetz vom 10. III. 1925 bezüglich der Verteilung elektrischer Arbeit festgelegten. Gleichwohl sei auf das Gesetz vom 31. VII. 1931 hingewiesen, das man erlassen hat, um dasjenige vom 28. VII. 1926 um ein Jahr zu verlängern. Dieses würde der Regierung erlauben, die Parteien in gewissen Sonderfällen zu ermächtigen, die bei der Verkündung des Gesetzes vom 10. III. 1925 laufenden Konzessionsverträge zu ändern, ohne genötigt zu sein, sich den darin vorgeschriebenen Formalitäten zu unterwerfen, besonders der öffentlichen Zusprechung.

Die Anordnungen der Gesetze vom 28. VII. 1926 und 31. VII. 1931 sind für die Genehmigung der Elektrisierung abgelegener Ortschaften (sog. écarts) sehr nützlich gewesen. In manchen ländlichen Konzessionen gibt es tatsächlich noch zahlreiche Weiler, die wegen der hohen Kosten, die ihr Anschluß verursachen würde, diesen bisher nicht erreichen konnten; immerhin ließ er sich mehrfach ohne Eingreifen der Verwaltung auf dem Wege einer gütlichen Umarbeitung des laufenden Konzessionsvertrags ermöglichen.

Erwähnung verdient noch die kgl. Entschließung vom 28. XII. 1931, die die bisher geltende gesetzliche Regelung des elektrischen Installationswesens vom 10. II. 1927 geändert hat; die Praxis mehrerer Jahre hatte auf die Notwendigkeit hingewiesen, einige dieser Vorschriften, die mit den von der Technik in den letzten Jahren gemachten gewaltigen Fortschritten nicht mehr übereinstimmten, zu ändern bzw. zu ergänzen.

Ein Gesetz über die Ausnutzung hydroelektrischer Kräfte besitzt Belgien noch nicht.

E. Fusionen, Verständigungen usw.

Die Stärke der Krisis hat die finanziellen Transaktionen, wie Fusionen von Gesellschaften oder Gründungen neuer Unternehmungen usw., offensichtlich bedeutend eingeschränkt, daher ist in den Jahren 1930/32 kein nennenswertes Ereignis dieser Art zu verzeichnen. Nur einige Kontrollierungen sind von einer Holdinggesellschaft auf eine andere übergegangen, ohne daß dadurch aber die industrielle Politik der kontrollierten Betriebe unmittelbar merklich beeinflußt wäre.

F. Die Aussichten der Elektrizitätsindustrie in Belgien.

Infolge des allgemeinen Rückgangs der Geschäfte hat sich die Elektrizitätsindustrie nicht in dem Maß wie während der Jahre des Wohlstands entwickelt. Es waren sogar recht beachtliche Verringerungen der abgegebenen Energiemengen zu verzeichnen, vornehmlich in den industriereichsten Gegenden. Dennoch ist kürzlich eine wichtige Entscheidung gefallen, die einen gewissen Einfluß auf die künftige Elektrisierung Belgiens ausüben kann, nämlich der grundsätzliche Entschluß, eine erste Strecke der Eisenbahn von Brüssel nach Antwerpen bis 1935 für elektrischen Betrieb einzurichten. Art und Weise der Ausführung stehen jedoch noch nicht fest, daher ist es schwierig, sich schon heute über die Wirkung dieser Entscheidung auf die Entwicklung der Elektrizitätslieferungsindustrie klar zu werden. Diese ist im übrigen durchaus überzeugt, den für die Zugförderung notwendigen Strom bereitstellen zu können.

Die elektrischen Anlagen des „Conte di Savoia".

Nach dem „Rex" ist der zweite italienische Riesendampfer Italiens im Jahre 1932, u. zw. zu Beginn des 11. Jahres der faschistischen Regierung auf der New York-Linie in Dienst getreten. Das Schiff wurde in der kurzen Bauzeit von 2 Jahren fertiggestellt, nach einjähriger Bauzeit lief der Rumpf vom Stapel. Erbaut wurde das Turbinenschiff von den „Cantieri Riuniti dell'Adriatico", Triest, die Antriebsturbinen wurden von der dieser Werft zugehörigen Maschinenfabrik S. Andrea geliefert. Die Hauptdaten sind: Länge: 244 m, Breite: 29 m, Höhe bis zur Kommandobrücke: 34 m, Wasserverdrängung: 48 000 t, Maschinenkraft: 120 000 PS, 10 Yarrow-Kessel mit Naphthafeuerung und künstlichem Zug, 4 Turbinen von je 30 000 PS, 4 Schrauben, Geschwindigkeit: 27 Seemeilen/h.

Die elektr. Bordzentrale leistet insgesamt 5300 kW, u. zw. in

4 Turbogeneratoren von je 850 kW bei 220 V Gleichstrom. Die Turbinen-Drehzahl wird durch ein einfaches Getriebe auf 760 U/min gebracht.

2 Dieseldynamos gleicher Leistung bei 185 U/min. Diese Maschinen dienen für den Kraftstrom an Bord, die Verteilung erfolgt durch eine Ringleitung.

2 Umformergruppen von 300 kW, 220/110 V erzeugen den Lichtstrom (14 000 ··· 15 000 Lampen), dessen Verteilung durch ein radiales Netz geschieht.

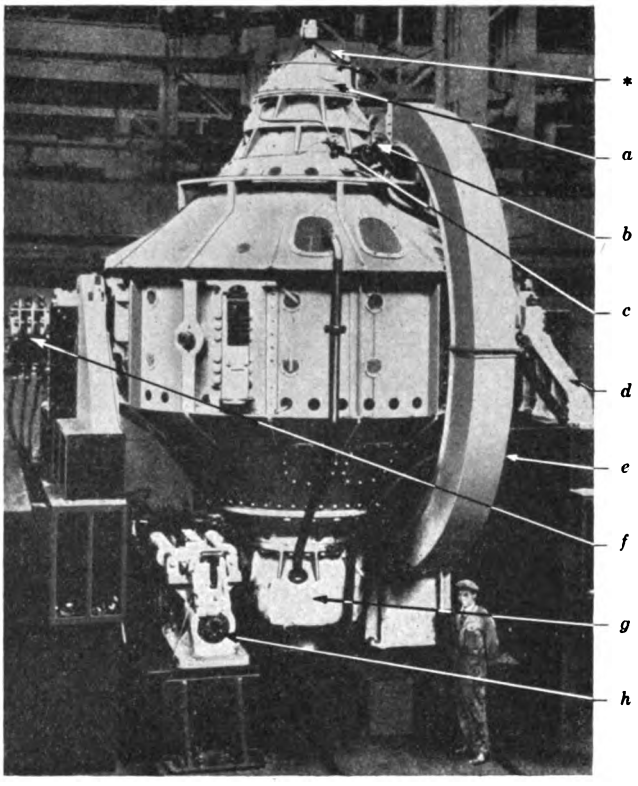
Für die Notpumpenanlage sind 2 Dieselgruppen von je 100 kW vorgesehen.

Der gesamte Arbeitsverbrauch an Bord beträgt 8800 kW. Somit ergibt sich ein Ausnutzungsfaktor von $\frac{5300\ \text{kW}}{8800\ \text{kW}} = 0{,}6$. Man rechnete bisher für große Passagierdampfer mit 0,65 ··· 0,7. Hier glaubt man, mit 0,6 auszukommen, da beim Betrieb der später erwähnten Stabilisatoren verschiedene Verbrauchstellen nicht arbeiten. Die Ventilationsanlagen verbrauchen in rd. 120 Antrieben 850 kW. Die beiden Ankerwinden haben Ward-Leonard-Gruppen mit 110 bzw. 120 PS. Es ist ferner ein Niederspannungsnetz für Signal- und Fernmeldezwecke vorhanden mit zwei Umformergruppen von je 2,5 kW bei 24/30 V und zwei Akkumulatorenbatterien von 200 Ah.

Interessant ist das Schiff dadurch, daß eine Sperry-Kreiselanlage zur Vermeidung der Schaukelbewegungen bei Seegang aufgestellt ist. Die Anlage umfaßt 3 Kreisel

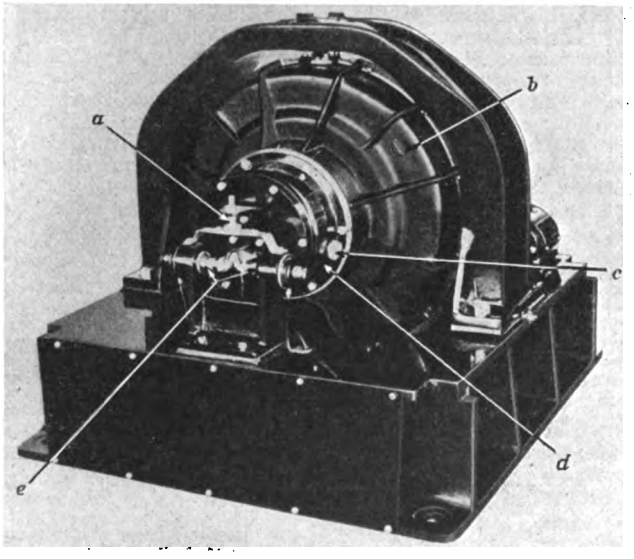
Digitized by Google

(Abb. 1) von je 100 t Gewicht bei 3,96 m Dmr., die durch einen Drehstrommotor von 560 PS, dessen Rotor auf der Kreiselachse sitzt, angetrieben werden. Die Umlaufzahl kann bis auf 910 U/min gesteigert werden, normal sind



* Handgriff
a Deckel
b Ölventil für die Hauptlager
c Ölventil für Drucklager
d Träger für das Neigungslager
e Zahnkranzhaube
f Stromzuführung zum Rotor
g Deckel
h Prellbock

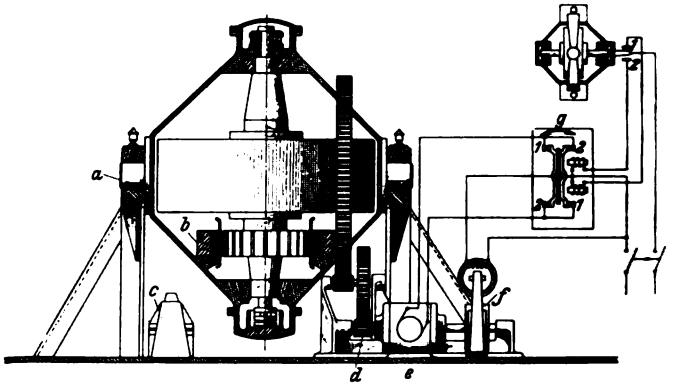
Abb. 1. Einer der drei Hauptstabilisierungskreisel.



a Dämpfung
b Schaufenster zur Kontrolle der Rotation
c Ölloch
d Ölbehälter
e Steuerkontrolle für Präzession

Abb. 2. Steuerkreisel mit Steuerkontakten.

800 U/min. Der Strom wird in Umformern erzeugt, der einen Antriebs-Gleichstrommotor von 780 PS bei 210 V und einen Drehstromgenerator von 505 kVA, 550 V, 62 Per/s sowie eine Gleichstromdynamo von 110 kW, 440 V besitzt. Die Kreisel werden durch kleinere Steuerkreisel (Abb. 2 u. 3) gesteuert, die eine Umdrehungszahl von 6000 U/min haben und deren Rotoren vom Lichtnetz gespeist werden. Bei jedem Wellengang erzeugen die Kreisel, durch die Präzession ihrer Pilotkreisel mittelst Zahnrad und Zahnkranz gesteuert, Kräfte, die der durch



a Neigungslager
b Rotationsmotor
c Prellbock
d Reduktionsgetriebe
e Präzessionsmotor
f Bremse für die Präzession
g Umschalter für die Umkehrung des Präzessionsmotors

Abb. 3. Schema der Kreiselanlage.

die Wellen aufgezwungenen Schiffsbewegung entgegenwirken. Um die Kreisel auf volle Umdrehungszahl zu bringen, sind 80 min nötig, für die Stillsetzung 50 min bei entsprechender Bremsung. Die Kreiselanlage nach dem System Sperry lieferte Vickers Armstrong. *Rtz.*

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 337.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden dem System 83 folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht.

Zusatz zu System 83, die Formen EFk1t und EF3k1t, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von den **Aronwerken Elektrizitäts-Aktiengesellschaft** in Berlin-Charlottenburg.

Berlin-Charlottenburg, den 15. Juni 1933.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Stark.

Beschreibung.

Zusatz zu System 83,

die Formen EFk1t und EF3k1t, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von den Aronwerken Elektrizitäts-Aktiengesellschaft in Berlin-Charlottenburg.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 317 vom 16. VI. 1932 (Elektrotechn. Zeitschr. 1932, Heft 36) zur Beglaubigung zugelassenen Wechselstromzähler der Formen EFk1 und EF3k1 des Systems 83 können auch in geänderter Ausführung mit den Formbezeichnungen EFk1t bzw. EF3k1t für die gleichen Meßbereiche wie die bisher zugelassenen Zähler beglaubigt werden. Die Zähler unterscheiden sich von der bisherigen Ausführung dadurch, daß sie mit einer Vorrichtung zur Herabsetzung der Abhängigkeit der Zählerangaben von Temperaturänderungen versehen sind. Die Vorrichtung besteht darin, daß ein Eisenstück, das am Ende eines am Triebeisen befestigten Bimetallstreifens sitzt, bei Temperaturänderungen den Luftspalt zwischen dem Nebenschluß- und dem Rückschlußkern des Triebeisens mehr oder weniger magnetisch überbrückt und somit den motorisch wirksamen Spannungstriebfluß vermindert bzw. erhöht.

[1] Reichsministerialblatt 1933, S. 343.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Vollselbsttätiges Diesel-Kleinkraftwerk. — Für kleinere Kraftwerke, etwa unter 500 kW, ist im allgemeinen der Dieselmotor wegen der Notwendigkeit ständiger Wartung nicht mehr geeignet, da bei durchgehendem Betrieb 3 Schichten erforderlich sind. Auch die Aufstellung einer Batterie ändert daran nicht allzu viel, mehr als eine Schicht Bedienungspersonal kann sie meist nicht ersetzen, und der Kapitaldienst tritt dann an die Stelle der Löhne. Nur eine vollselbsttätige Anlage ist imstande, die laufenden Kosten so weit herabzudrücken, daß die wirtschaftlichen Vorteile des Dieselmotors zur Geltung kommen können. In Europa dient der Dieselmotor den Elektrizitätswerken als Spitzenmaschine, so daß er nur wenige hundert Stunden im Jahre zu laufen hat. Bei der Größe der Anlagen treten dann die Bedienungskosten mehr zurück, doch sind sie noch hoch genug, um eine vollselbsttätige Steuerung als rentabel erscheinen zu lassen. Bei Drehstrom ist sie freilich schwerer als bei Gleichstrom durchzuführen, doch erscheint das Problem keineswegs unlösbar, namentlich, wenn man etwa die Erregermaschinen als Anwurfmaschinen mit heranzieht.

Das Chelsea-Hotel in New York hat, nachdem das Problem der vollselbsttätigen Steuerung zur Zufriedenheit gelöst worden ist, eine solche Anlage, bestehend aus drei Zweitakt-Dieselmotoren von je 50 kW Leistung, errichten lassen, die seit November 1930 in dauerndem Betriebe ist und sich gut bewährt hat. Der Brennstoffverbrauch betrug 426 cm³/kWh; man kann daraus rückschließen, daß der Belastungsfaktor etwa 35 ··· 40 % betragen haben dürfte. Die Maschinen machen 500 U/min und sind auf einer gemeinsamen Eisenbetonplatte von 40 cm Stärke aufgestellt, die ihrerseits wieder auf einer Korklage von 7,5 cm Stärke ruht. Diese Korklage liegt ohne besondere Ausschachtung auf dem Boden auf, indessen genügte die Anordnung, um die Übertragung von Schwingungen auf das Gebäude vollkommen zu verhindern. Außer den Hauptmaschinen enthält die Anlage noch eine Batterie nebst Zusatzmaschine und Spannungsteiler.

Das Einschalten und Abstellen der Maschine wird durch Relais besorgt, die auf 2 Hauptsteuermagnete wirken, die ihrerseits wieder das Gestänge der Brennstoffpumpe beeinflussen. Belastungen unter 20 kW werden von der Batterie aufgenommen, der Einstellhebel der Brennstoffpumpe wird im stromlosen Zustande der Magnete durch eine Feder in eine solche Stellung gezogen, daß ein Umlauf geöffnet wird und kein Brennstoff zu den Einspritzdüsen gelangt. Steigt die Belastung auf mehr als 20 kW, so läuft folgender Vorgang ab:

1. Das Belastungsrelais gibt einem Anlauf-Schalter-Magneten Strom, der den Schalter bewegt und nacheinander eine Reihe von Kontakten schließt.
2. Der erste Kontakt schließt einen Schalter, durch den der Generator über einen Widerstand an die Batterie gelegt wird und als Motor anläuft.
3. Der zweite Kontakt überbrückt diesen Widerstand zum Teil.
4. Der Hauptmagnet der Brennstoffpumpe erhält Spannung, zieht an und schließt den Umlauf zur Hälfte, so daß die Maschine Brennstoff erhält und zündet.
5. Sobald die Maschine auf Sammelschienenspannung gekommen ist, legt sich der Hauptschalter ein. Gleichzeitig werden Ausgleichsverbindungen zu den anderen Maschinen eingeschaltet, damit alle die Belastung gleichmäßig aufnehmen.
6. Der zweite Steuermagnet der Brennstoffpumpe erhält Spannung, zieht an und entkuppelt ihr Gestänge vollständig, so daß die Brennstoffzufuhr nur von der Maschine selbst geregelt wird.

Sobald die Belastung einer Maschine 45 kW übersteigt, schaltet sich die zweite ein und bei 90 kW die dritte. Bei Wegbleiben von Brennstoff, Schmieröl oder Kühlwasser fällt die Maschine sofort heraus. Indessen ist dafür gesorgt, daß die Förderung einer Brennstoffpumpe auch den anderen Maschinen zugute kommt. Auch falls eine Maschine 1 min nach dem Einschalten noch keine Spannung hat (der Einschaltvorgang dauert normal 10 s), fällt sie selbsttätig heraus, und eine andere läuft an. In all diesen Fällen wird zugleich Alarm gegeben. Unnötiges Anlassen durch plötzliche Lastspitzen wird durch eine Zeitverzögerung von 5 s am Anlaufmagneten verhindert.

Das Kühlwasser wird teils der Wasserleitung, teils einem Sammler auf dem Dache entnommen. Ein großer Teil wird, ohne gekühlt zu werden, in die Maschine zurückgeleitet, was den Vorteil geringer Temperaturdifferenz zwischen Zylinder und Kühlmantel und großer Empfindlichkeit der den Umlauf regelnden Thermostaten hat. Das warme Wasser wird im übrigen für die Zwecke des Hotels verwendet. (Power Bd. 73, S. 990.) *Ha.*

Leitungen.

Fernmessung der Eislast. — Für die Wartung der Leitungen während einer Rauhreif- oder Glatteisperiode[1] ist es notwendig, die momentane Leiterbelastung womöglich genau jederzeit feststellen zu können. Besonders aber bei langen Perioden — welche laut Erfahrung, die der letzte Winter wieder bestätigt hat, auch in Mitteleuropa bis vier Wochen andauern können — muß die kritische Eislast rechtzeitig erkannt und beseitigt werden, falls die bedrohte Leitung vor mechanischen Beschädigungen geschützt werden soll.

Abb. 1. Entfernungsmesser (⅔ nat. Größe).

Ein einfaches Mittel hierzu gibt die Berechnung der Eislast aus deren Abmessungen. Dies kann laut Schätzung des spezifischen Gewichtes und der Messung des Durchmessers (größere Eislasten sind meistens schon rund) leicht ausgeführt werden. So wurden bei den Versuchsmessungen der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen[2] eigens zu diesem Zwecke konstruierte Ablesefernrohre benützt.

Der Rauhreif tritt aber in den meisten Fällen ganz überraschend auf, so daß man nicht annehmen kann, daß zu dessen Messung spezielle Geräte zur Verfügung stehen werden. Dagegen kann man aber heute schon voraussetzen, daß ein in der Photographie angewendeter Nahdistanzmesser, z. B. der der Firma E. Leitz, Wetzlar, für die Kamera Leica, jedesmal erreichbar sein wird. Wir geben daher eine kurze Anleitung zur Messung der Eislastdicke mit diesem Gerät (Abb. 1).

Das Prinzip der optischen Fernmessung besteht bekanntlich darin, daß zwei optische Bilder eines und desselben Gegenstandes durch Einstellen des Apparates nebeneinander oder übereinander (Leitz) gebracht werden. In dieser Einstellung wird dann die gesuchte Entfernung an der Skala direkt abgelesen.

Bei der Fernmessung der Eislastdicke wird zuerst die Entfernung gemessen (Fig. 2, Fall I). Sodann wird von demselben Standpunkte das bewegliche Bild im Fernmesser so verstellt, daß die beiden Bilder aneinander anschließen (Abb. 2, Fall II). Für diesen Fall gilt auch die im Diagramm der Fig. 2 wiedergegebene Entfernungsskala des Instrumentes. Die Eislastdicke wird je nach der Entfernung an der zugehörigen Geraden direkt in cm abgelesen. Die geradlinige Abhängigkeit ist offenbar auf den logarithmischen Verlauf der Instrumentenskala zurückzuführen und wurde bei einer anderen Ausführung eines ähnlichen Distanzmessers nicht vorgefunden.

Aus den Eislastabmessungen kann das Eisgewicht mit einer genügenden Genauigkeit berechnet werden, wenn

[1] S. auch E. Wald, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 1932, II. 26: „Kann die natürliche Eislastbildung mathematisch dargestellt werden?"
[2] Bericht in Elektr.-Wirtsch. 1927, S. 12.

Digitized by Google

man die richtige Schätzung des spezifischen Gewichtes nach dem Aussehen des Behanges auf Grund der Wägung eines bekannten Volumens erlernt.

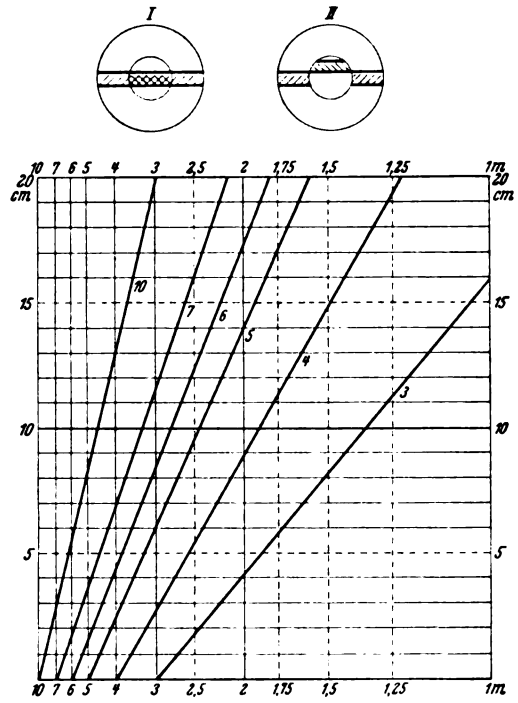


Abb. 2. Abhängigkeit zwischen der Eislastdicke und der Instrumentenskala (Fall II).

Für die Gewichtsberechnung sei noch auf die folgende, sehr einfache Beziehung hingewiesen:

$$Z = \gamma \cdot S,$$

wobei Z in g/lfd. m die Eislast,
γ kg/dm³ das spezifische Gewicht und
S mm² die Fläche des Eisbehanges bedeuten.

Ing. E. Wald.

Lack-Apyroldraht. — Die Leistung elektrischer Maschinen ist in der Hauptsache durch die Wärmefestigkeit der Isolation begrenzt; die Vorteile, welche in der Verwendung einer thermisch stark überlastbaren, mineralischen Drahtisolation liegen, werden in dem seit Jahren eingeführten Apyroldraht der AEG ausgenutzt. Bei diesem ist als Dielektrikum eine getränkte, auf der Leiteroberfläche verfilzte Asbestfaserschicht benutzt. Wenngleich bei den meisten Maschinenwicklungen die zwischen zwei benachbarten Drähten auftretende Spannung gering ist, und der normale Apyroldraht völlig ausreicht, wird in manchen Fällen eine höhere elektrische Festigkeit, wie sie der Papier-Baumwoll-Isolation entspricht, verlangt. Dies kann mit reiner Asbestisolation nicht erreicht werden, da schon das Ausgangsmaterial, die Asbestfaser, hinsichtlich ihrer elektrischen Eigenschaft den meisten andern Isolatoren etwas unterlegen ist. Es gelang jedoch, durch Zwischenschaltung einer unmittelbar auf dem Leiter liegenden wärmebeständigen Lackschicht die elektrische Festigkeit des Apyroldrahtes beträchtlich zu steigern und ein sowohl thermisch als auch elektrisch hoch beanspruchbares Dielektrikum zu erzielen. Durch die Lackschicht, welche die äußeren Abmesungen des Drahtes kaum erhöht und nur ein ganz verschwindendes Mehr an Wickelraum beansprucht, wird die Durchschlagfestigkeit der Isolation um mehrere Kilovolt erhöht. Der Lack-Apyroldraht wird außer den Fällen, wo man mit der Spannungsfestigkeit des normalen Apyroldrahtes nicht mehr auskommt, mit Erfolg auch dort angewendet, wo man eine erhöhte Betriebsicherheit oder größere Unempfindlichkeit der Isolation gegen Luftfeuchtigkeit wünscht. Außer den Runddrahtabmessungen bis etwa 3,5 mm ist der Lack-Apyroldraht auch in den meisten Vierkantabmessungen bis etwa 15 mm² herstellbar. *fi*

Elektromaschinenbau.

Schutztransformatoren für Backofenbeleuchtung. — In den Bäckereibetrieben, hauptsächlich bei den elektrischen Anlagen an Backöfen, ist die Unfallgefahr infolge schneller Zerstörung des z. T. beweglich verlegten Leitungsmaterials durch Feuchtigkeit, Hitze, Kriechsalze, Alkohol und Ammoniak besonders groß. Die Nahrungsmittel-Industrie-Berufsgenossenschaft hat daher für derartige Betriebe verschärfte Vorschriften für die elektrische Beleuchtung an Backöfen erlassen und in Drehstromnetzen die Anwendung der Kleinspannung (Schutztransformator) als größte Sicherheit empfohlen. An derartige Schutztransformatoren werden folgende Anforderungen gestellt, die in einem Merkblatt festgelegt sind: wasserdichte Kapselung, kräftiges, gegen mechanische Beanspruchung widerstandsfähiges Gehäuse, Staubdichtigkeit, getrennte Wicklungen, Ausrüstung mit einem Zugschalter; die primäre Rohreinführung ist von der sekundären räumlich zu trennen, sämtliche Apparate und Installationen sind nach den Vorschriften des VDE herzustellen.

Abb. 3. Schutztransformator für Backofenbeleuchtung TK 3 (geschlossen).

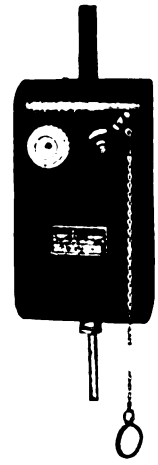


Abb. 5. Schutztransformator für Backofenbeleuchtung TK 1 (geschlossen).

Abb. 4. Schutztransformator für Backofenbeleuchtung TK 3 (geöffnet).

In das gut abgedichtete Gußgehäuse des nach Abb. 3 und 4 ausgeführten Schutztransformators (Schutzart TK 3 nach RETK 1929) sind ein Transformator 220/24 V für 25, 50 oder 100 VA, ein Schalter und zwei Sicherungselemente eingebaut. Die Primärleitung bis maximal 6 mm² wird von oben durch ein Stahlpanzerrohr Pg 16 oder Isolierrohr eingeführt und an eine 2polige Klemme angeschlossen. Die für Backofenleuchten vorgeschriebene Leitung mit Asbestbeflechtung NHU bis 4 mm² kann von unten direkt eingeführt werden und wird durch eine Stopfbuchsenverschraubung gegen Zug oder Verdrehung gesichert. Die beiden sekundärseitig eingebauten Sicherungen Gew. E 27 schützen den Transformator bei Kurzschluß in der Zuleitung zur Leuchte. Durch den von außen zu betätigenden 1poligen Zugschalter kann in der Betriebspause der Transformator ausgeschaltet werden, um Leerlaufverluste zu vermeiden. Alle stromführenden Teile, primär- und sekundärseitig, sind durch eine Schutzwand abgedeckt, so daß nach Öffnen des plombierbaren Scharnierdeckels nur die beiden Patronenköpfe zugänglich sind. Für den Anschluß der Erdleitung ist innen und außen eine besonders kenntlich gemachte Erdungschraube vorgesehen.

Digitized by Google

Um auch den Bäckereien mit günstigeren Betriebsverhältnissen gerecht zu werden bzw. die Anschaffung eines ausreichenden Schutztransformators zu erleichtern, ist noch eine zweite Ausführung nach Abb. 5 in Stahlblechgehäuse geschaffen (Schutzart TK 1 nach RETK 1929). Es sind die gleichen Transformatoren eingebaut. Außer dem Schalter für die Zuleitung ist eine Sicherung Gew. E 27 für die Ableitung vorgesehen. Betätigungsorgan des Zugschalters und Patronenkopf sind von außen zugänglich. Für die Zuleitung ist oben eine Öffnung (Isolierrohr 16 mm) und für die Leitung zur Leuchte unten eine Stopfbuchsenverschraubung vorgesehen. A. Bergmann.

Der asynchrone, synchrone und synchronisierte Einphasen-Dreiphasen-Umformer. — Ein Einphasensystem wirkt genau so, als ob zwei gleichgroße gegenläufige symmetrische Dreiphasensysteme vorhanden wären. Um aus einem Einphasennetz ein symmetrisches Dreiphasensystem zu erhalten, ist es notwendig, die gegenläufige Komponente völlig zu unterdrücken. Verwendet man zur Umformung der Phasenzahl die normale Induktionsmaschine, so verhindern hauptsächlich Streuung und Ohmsche Widerstände die völlige Löschung der inversen primären Drehfelder, weshalb das zustandekommende resultierende Dreiphasensystem unsymmetrisch und belastungsabhängig wird. Der Verfasser stellt die Beziehung zwischen Belastungstrom, Schlüpfung und Spannungstern auf, womit das Betriebsverhalten dieser Type charakterisiert ist. Insbesondere für die synchron getriebene Maschine ergeben sich einfache Ausdrücke für die Spannungsänderung bei Belastung, deren Nullwert zu erstreben ist. Eine Verminderung der Streuung läßt sich durch Kondensatoren bewirken. Die zur Streuungsannullierung notwendige Kapazität ist jedoch außerordentlich groß. Zur Entlastung des Einphasennetzes von der Löschung der inversen Primärkomponenten kann in den Sekundärteil Gleichstrom eingeführt werden, wodurch die Maschine zum synchronisierten Phasenumformer wird. Die zusätzliche Erregung bewirkt Verdrehung der Vektoren der Streuspannungen. (H. Decker, Diss. T. H. München, 1932.) *Sb.*

Apparate. Stromrichter.

Die Blindleistung in Gleich- und Umrichteranlagen. — Der Gleichrichter ist lediglich ein Schalter. Es ist derselbe Strom, der primär und sekundär fließt. Hat der Strom auf der Sekundärseite die verlangte Form, kann er gleichzeitig nicht auch die auf der Primärseite verlangte Sinusform haben. Daher ist der Primärstrom grundsätzlich verzerrt, d. h. es sind der Sinusgrundwelle von Primärfrequenz Oberharmonische überlagert, die keinerlei Anteil an der Energieübertragung haben. Nur die Grundsinuswelle des Primärstromes ist in ihrer Wirkkomponente Trägerin der Wirkleistung und in ihrer Blindkomponente Trägerin der Blindleistung. Der cos φ des Primärstromes kann sich nur auf die Phasenverschiebung seiner Grundwelle von Netzfrequenz beziehen.

An Hand von 2 Beispielen (Spannungsregelung durch gesteuerte Gitter- und Gleichspannungsabfall infolge der Streureaktanzen des Gleichrichtertransformators) zeigt Meyer-Delius lediglich mit Hilfe des Gesetzes der Erhaltung der Energie, daß eine Spannungsverminderung auf der Sekundärseite (Gleichstromseite) — einerlei durch welche Ursachen hervorgerufen — eine proportionale Verschlechterung des cos φ des Primärstromes zur Folge hat, wenn man von dem Ohmschen Spannungsabfall und dem Magnetisierungstrom des Transformators absieht. Es muß stets sein:

$$\cos \varphi_1 = \frac{E_2}{E_{2_0}}.$$

Hierin bedeutet φ_1 die Phasenverschiebung der Grundwelle des Primärstromes, E_2 die Sekundärspannung (Gleichspannung) im betrachteten Belastungsfall, E_{2_0} die sekundäre Leerlaufspannung bzw. die größtmögliche natürliche Sekundärspannung ohne Spannungsregelung.

Vermindert sich also die Gleichspannung um 10 %, sei es infolge Spannungsregelung durch gesteuerte Gitter oder infolge der Streureaktanzen des Gleichrichtertransformators, so vermindert sich der primäre cos φ um den gleichen Betrag, beträgt also nur 0,9. Die an und für sich bestechend einfache Spannungsregelung durch gesteuerte Gitter hat also den grundsätzlichen Nachteil, daß der primäre cos φ proportional mit der Spannungsverminderung kleiner wird.

Der zweite Teil der Arbeit behandelt die primäre Blindleistung in Umrichteranlagen, in denen Wechselstrom einer bestimmten Frequenz unmittelbar in Wechselstrom einer anderen Frequenz umgewandelt wird. Es wird der Fall betrachtet, in dem die sekundäre Belastung aus einer verlustlosen Drosselspule besteht (reine Blindlast). Nach der Eingangsbetrachtung ist es derselbe Strom, der primär und sekundär fließt. Der Sekundärstrom wird durch den Gleichrichter lediglich in geeigneten Ausschnitten auf die einzelnen Primärphasen verteilt.

Die Primärspannung sucht sich aus den ihr zufließenden Ausschnitten aus dem Sekundärstrom nur die sie allein interessierende Grundwelle ihrer eigenen Frequenz heraus und empfindet die Abweichungen von dieser Grundwelle (Oberharmonische) als arbeitsuntaugliche Störenfriede. Sie kümmert sich überhaupt nicht um die Vorgänge, die sich mit fremden Frequenzen in der Umformergruppe abspielen, sondern sieht nur am Ende derselben die Drosselspule, mit der sie zwar über jeweils wechselnde Schalter (Anoden), aber doch dauernd verbunden ist. Sie sendet daher in die Drossel einen Strom I_1 ihrer eigenen Frequenz c_1, der bei der in dem Beispiel angenommenen Gleichheit der Primär- und Sekundärspannungen genau so groß ist, als wenn die Drossel direkt an den primären Netzklemmen angeschlossen wäre.

Anderseits sendet die Sekundärspannung, unbekümmert um diese primären Vorgänge, einen Strom I_2 ihrer eigenen Frequenz c_2 in die Drossel, dessen Größe sich nach dem Widerstand der Drossel bei der sekundären Frequenz c_2 richtet. Da der Widerstand einer Drossel proportional der Frequenz ist, mit der sie belastet wird, so verhalten sich die beiden Blindströme auf der Sekundär- und Primärseite wie

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{c_2}{c_1},$$

oder allgemein, wenn B_1 und B_2 die Blindleistungen primär und sekundär bezeichnen,

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{c_2}{c_1}.$$

Da zur Ableitung dieses Gesetzes keinerlei einschränkende Voraussetzungen angenommen werden brauchten, ist dieses allgemein bei allen unmittelbaren Frequenzumformungen gültig, die mit Schaltern oder mit diesen gleichzusetzenden Gleichrichtern bewirkt werden.

Wenn man die Verluste der Umformung vernachlässigt, ist die Wirkleistung primär und sekundär gleich groß; daher ist der cos φ primär und sekundär grundsätzlich verschieden. Er bestimmt sich aus der Beziehung

$$\frac{\operatorname{tg} \varphi_1}{\operatorname{tg} \varphi_2} = \frac{c_2}{c_1}.$$

(Meyer-Delius, Elektr.-Wirtsch. Bd. 31, S. 101.) *Sb.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Ein Spannungswandler zur Messung kleiner Spannungen. — M. Arnold beschreibt einen Spannungswandler mit dem Übersetzungsverhältnis 0,5 : 100 bis 2 : 100 V zum Anschluß eines elektrostatischen Voltmeters. Der kleinste ablesbare Meßwert dieser Kombination wird zu 15 mV angegeben, wobei die Genauigkeit noch 1 % beträgt. Im normalen Meßbereich 2 : 100 V konnte eine Genauigkeit von 0,01 % nachgewiesen werden. Der kleine Wandler enthält einen Kern aus Mu-Metall mit 80 primären und 4000 sekundären Windungen. Der Magnetisierungstrom beträgt 27 mA bei 2 V und 50 Hz. Eine Tertiärwicklung kompensiert den Einfluß der Lagenkapazität der Sekundärwicklung. 4 primäre Anzapfungen gestatten 4 Übersetzungsverhältnisse zwischen 0,5 und $^2/_{100}$ V. Der Übersetzungsfehler zwischen Nennspannung und $^1/_{20}$ derselben bleibt in den Grenzen von 0,01 %, während der Winkelfehler im gleichen Arbeitsgebiet zwischen 2′ und 5′ liegt. Die angegebenen Fehlwerte gelten zwischen 25 und 500 Hz; auch starke Oberwellen vergrößern den Fehler nicht wesentlich. Die Originalarbeit enthält eine Anzahl von Kurven und Versuchstabellen, die die Eigenschaften des Wandlers unter verschiedenen Bedingungen erkennen lassen. Es ist weiterhin eine äußerst genaue und empfindliche Brückenmethode zur Messung derartiger Wandler beschrieben. In Verbindung mit dem elektrostatischen Voltmeter wird der Wandler auch zur Strommessung benutzt. Sehr große Ströme werden dabei durch einen Mu-Metall-Stromwandler reduziert. In jedem Falle geschieht die Messung über

Digitized by Google

den Spannungsabfall an einem Normalwiderstand. Ein solcher Widerstand für 20 ··· 2000 A und für 2 kW Verluste ist näher beschrieben. (A. H. M. Arnold, J. Instn. electr. Engr. Bd. 69, S. 155.) *Tl.*

Ein registrierendes Echolotgerät. — Das Echolot[1] findet zur Bestimmung der Meerestiefen sowohl für die gewöhnliche Schiffahrt als auch für Spezialschiffe (z. B. Kabelleger, Vermessungschiffe) Verwendung. Das von der Fa. H. Hughes & Son, London, gebaute Echolot der britischen Admiralität, das nach einem von Fessenden angegebenen Prinzip entwickelt worden ist, ist nun in Verbindung mit einer Registriervorrichtung herausgebracht worden, bei der das Meeresprofil unmittelbar aufgezeichnet wird. Das Gerät wird entsprechend den verschiedenen Genauigkeitsanforderungen und Meßbereichen in 5 Typen gebaut, von denen ein Apparat mit zwei Meßbereichen (0 ··· 130 Faden und 0 ··· 400 Faden; 1 Faden ≈ 1,83 m) näher beschrieben wird.

Der Schallimpuls wird durch einen elektrisch betätigten Hammer erzeugt, der gegen eine im Schiffsboden angebrachte Membran schlägt. Die Laufzeit der Schallwelle bis zum Meeresboden und wieder zurück zum Schiff, wo sie von einem in die Bordwand eingebauten Mikrophonempfänger aufgenommen wird, dient als Maß für die Wassertiefe und wird durch ein elektrolytisches Schreibverfahren, wie es aus der Bildtelegraphie bekannt ist, auf einem Streifen Jodkaliumpapier registriert. Als Schreibstrom dient der Anodenstrom einer Verstärkerröhre, an deren Gitter über einen Transformator das Empfangsmikrophon für das Echo angeschlossen ist. Das Gitter ist soweit vorgespannt, daß der Anodenruhestrom etwa nur 2 mA beträgt, durch den bei der erforderlichen Geschwindingkeit des Schreibstiftes keine Färbung des Papiers hervorgerufen wird. Erst wenn ein Schallimpuls das Mikrophon trifft, wird der Anodenstrom hinreichend (rd. 20 mA) groß, so daß der Schreibstift eine schwarze punktförmige Marke auf dem Papier erzeugt.

Im Augenblick der Schallaussendung beginnt der Transport des Schreibstiftes quer über das Papier. Bei dieser Stellung wird durch den Stift mit Hilfe eines besonderen Kontaktes ebenfalls eine Marke geschrieben, die als Nullmarke für die Tiefenskala dient. Bei Echoankunft wird bei der jeweiligen Stellung des Stiftes die Tiefenmarke geschrieben. Der Papiertransport ist so gewählt, daß die Tiefenmarken der aufeinanderfolgenden Lotungen so dicht zusammenliegen, daß eine geschlossene Lotlinie entsteht, die unmittelbar das Profil des Meeresbodens wiedergibt. Es werden je Minute 15 Lotungen registriert, das Papier rückt bei jeder Registrierung um rd. 0,4 mm vorwärts. Die Laufzeit des Stiftes beträgt bei einer Papierbreite von 133 mm für den Meßbereich 0 ··· 130 Faden ⅓ s, für den Meßbereich 0 ··· 400 Faden 1 s. Zur Ablesung der Tiefen ist für jeden Meßbereich eine in Faden geteilte Metallskala vorgesehen, die quer über das Papier geschoben werden kann. Für die verschiedenen Tiefen ist eine veränderliche Einstellung der Empfindlichkeit erforderlich, wozu ein Regelwiderstand für das Mikrophon und ein Potentiometer für die Gittervorspannung der Röhren vorgesehen ist.

Das beschriebene Gerät ist bisher auf 24 Schiffen eingebaut und es sind zufriedenstellende Ergebnisse erzielt worden. In einer Abbildung wird als Beispiel ein Lotprofil für Tiefen zwischen 25 und 40 Faden angegeben, das bei einer Schiffsgeschwindigkeit von 20 Seemeilen/h registriert wurde und auch Einzelheiten der Bodenform erkennen läßt. — Wenn der Registrierapparat nicht benutzt werden soll, so kann das Gerät durch einen Umschalter für Hörempfang nach der Fessenden-Methode benutzt werden. Der Meßbereich kann dann bis zu 800 Faden erweitert und der Sender mit seiner vollen Schlagzahl von 30/min ausgenutzt werden, während für die Registrierungen nur jede zweite Lotung ausgenutzt wird. Zum Schluß werden noch Angaben über einige für die verschiedenen Tiefen konstruierte Sondertypen mitgeteilt. (Engineering Bd. 131, S. 726). *rk.*

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1818.

Beleuchtung.

Sturmsichere Aufhängung von Überspannlampen. — Das Pendeln der Überspannlampen im Wind und besonders im Sturm führt häufig zum Bruch der Zuführungsdrähte und zum selbsttätigen Lösen der Glühlampen, wenn nicht gar zum Abstürzen der ganzen Leuchte. Abgebrochene Drähte haben durch Berührung mit dem Aufzugseil zu verschiedenen tödlichen Unfällen geführt. Die Blinkwirkung der pendelnden Lampe läuft den Forderungen des Luftschutzes zuwider. Abb. 6 zeigt eine von Dr.-Ing. Schneider & Co., Frankfurt a. M., herausgebrachte neuartige feste Aufhängung von Überspannlampen. Die Leuchte hängt nicht am Leuchtenträger, sondern sitzt sicher befestigt mit dem Rande des Schirmes im Abspannring (Disco-Abspannring, DRGM. 1 188 610). Die Resultierende der Windkräfte kann sich gegenüber den Abspannkräften praktisch nicht mehr auswirken, da sie nahezu in der Ebene der Abspannung liegt. Die Abspannung wird sternförmig ausgeführt. Das Abspannseil wird mit einem offenen Haken an dem reichlich gelochten Abspannring befestigt, so daß die herabgelassene Lampe sofort vom Seil gelöst und zur Freimachung der Durchfahrt zur Seite gebracht werden kann. Diese Aufhängung hat sich bei Straßenkreuzungen, Plätzen, Gleisanlagen, Bahnsteigen, Ladestraßen usw. gut bewährt. *fi*

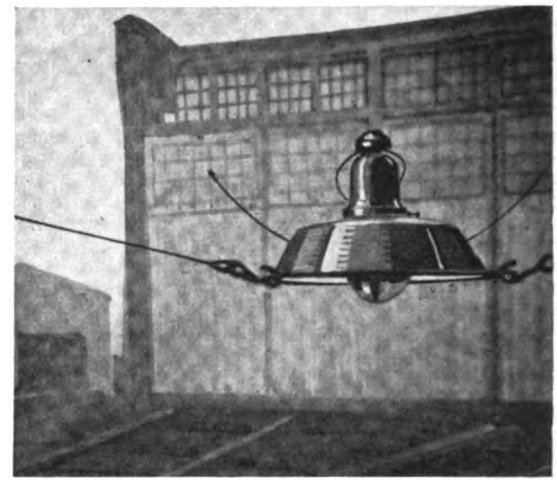


Abb. 6. Nichtpendelnde Überspannlampe.

Heizung. Öfen.

Einfluß der Schweißung mit dem elektrischen Lichtbogen auf die Sprödigkeit und Härte der Sonderstähle. — Wenn man wissen will, in welcher Weise das Schweißen mit dem elektrischen Lichtbogen die Eigenschaften von Sonderstählen beeinflußt, muß man sich zuerst vergegenwärtigen, daß 3 Zonen an den Verbindungsstellen zu unterscheiden sind: In der ersten Zone hat eine Schmelzung des Werkstoffes während der Schweißung stattgefunden, gleichzeitig wurden die ursprünglichen mechanischen Eigenschaften des Werkstoffes verändert. In der zweiten angrenzenden Stelle erfolgte zwar keine Schmelzung, aber doch eine Temperaturerhöhung des Werkstoffes, der wohl seine chemische Zusammensetzung beibehielt, jedoch sein Gefüge veränderte; schließlich gibt es noch eine dritte entfernte Zone, bei der Veränderungen nicht erfolgt sind. Für einen und denselben Stahl richten sich die Ergebnisse nach dem angewendeten Schweißverfahren. Da beim elektrischen Lichtbogenschweißen die Wärmequelle mehr lokalisiert ist als bei der Schweißflamme, erfolgt die Abkühlung mit größerer Geschwindigkeit, so daß die Härtung mehr ausgeprägt ist. Verbessert bei den weichen Stählen die Härtung gleichzeitig alle mechanischen Eigenschaften, so verhält es sich bei den stärker gekohlten Stählen insofern anders, als die Zunahme der Elastizitätsgrenze und der Härte auf Kosten der Kerbzähigkeit und Dehnung erfolgt. Roux hat nun den Einfluß der Schweißung auf die Veränderung der Härte und Kerbzähigkeit in der der Schmelzzone benachbarten Zone für Stähle von annähernd gleicher Zerreißfestigkeit, aber verschiedener chemischer Zusammensetzung untersucht, also für Stähle von verschiedener Härteempfindlichkeit. Die 4 untersuchten Stähle enthielten (in %):

Stahl	Kohlenstoff	Nickel	Chrom	Kupfer
1	0,25	3,2	0	0
2	0,10	3,0	0,8	0
3	0,30	0	0,5	0,6
4	0,40	0	0	0

Gearbeitet wurde mit Elektroden von 4 mm Dmr. bei einer Stromstärke von 130 A. Die Stähle besaßen eine Zerreißfestigkeit von 52 ··· 62 kg/mm². Die Schweißungen wurden zum Teil in nur einer, zum Teil in 2 Lagen ausgeführt. Bezüglich der Veränderung der mechanischen Eigenschaf-

Digitized by Google

ten des Stahls in der Nähe der Schweißstelle ist es nicht gleichgültig, ob mit einer oder mit mehreren Lagen geschweißt wird. Der Niederschlag einer zweiten Schweißraupe nämlich erwärmt diejenigen Teile des geschweißten Werkstoffes, innerhalb derer sich eine Härtung während des Anbringens der ersten Schweißraupe vollzogen hatte. Bei der zweiten Erwärmung ist die an dieser Stelle verwirklichte Temperatur niedriger als beim Anbringen der ersten Schweißraupe, so daß die Wirkungen der Härtung wieder ausgeglichen werden. Dies bedeutet für die Praxis, daß man beim Schweißen von Stücken verschiedener chemischer Zusammensetzung, d. h. also von Stücken mit verschiedener Härteneigung, durch Lokalisieren der Temperaturen die Härtegrade erhalten kann, die erwünscht sind. Ferner hat sich ergeben, daß Unterschiede in den Härtegraden bei zwei Schweißlagen weniger groß sind als bei nur bei einer Schweißlage. Beim Anbringen von nur einer Schweißlage wurde die Kerbzähigkeit für alle untersuchten Stähle verringert, während bei zwei Schweißlagen die Kerbzähigkeit an der Schweißstelle gleich oder höher ausfällt als die des ursprünglichen Werkstoffes. Hervorzuheben ist besonders die hohe Kerbzähigkeit der Stähle 1 und 2, also der Nickel- und Nickel-Chrom-Stähle, die im Vergleich mit gewöhnlichem weichem Stahl unter sonst gleichen Schweißbedingungen dreimal so groß ist. (Rev. du Nickel Bd. 2, S. 117.) *Kp.*

Der elektrische Lichtbogenofen mit saurem Futter in der Stahlgießerei. — Die Zunahme der sauer zugestellten elektrischen Öfen für die Erzeugung von Stahlguß in den letzten drei Jahren beweist, daß dieses Ofenfutter in der Lage ist, sich dem basischen Futter gegenüber in gewissen Fällen mit Erfolg durchzusetzen. Wenn die Stahlgießerei Stahlschrott bekannter Zusammensetzung und mit genügend niedrigem Phosphorgehalt zu einem wirtschaftlich tragbaren Preis beziehen kann, sollte die saure Futterzustellung in Erwägung gezogen werden, sofern es sich nicht um die Erzeugung manganreicher Sonderstähle oder chromhaltiger rostfreier Stähle handelt. Die Zubereitung der Stähle selbst im sauren Ofen ist einfacher als im basischen Ofen, da die Anzahl der metallurgischen Reaktionen geringer ist; infolgedessen ist auch der Einfluß des Ofenleiters weniger wichtig. Dann läßt das saure Futter höhere Stromspannungen zu mit dem Ergebnis einer höheren Schmelzleistung. Bei einem sauren Ofen von 2 t Inhalt ergibt sich z. B. im Durchschnitt eine Schmelzdauer von 1 h 15 min bei einem Kraftverbrauch von 590 ··· 620 kWh/t. Die Lebensdauer des Ofengewölbes ist länger als beim basischen Ofen. Während man z. B. in einem basischen Ofen mit einer Lebensdauer des Gewölbes von 80 ··· 110 Schmelzungen rechnen kann, hält das Gewölbe des sauren Ofens 200 ··· 250 Schmelzungen aus. Auch die Schmelzreise des Herdes ist größer. Im allgemeinen betragen die Ausgaben für das feuerfeste Futter beim sauren Ofen etwa die Hälfte der Ausgaben beim basischen. Die Ausgaben für die Zubereitung der Schlacken im sauren Ofen sind gering, da je Tonne etwa nur eine Schaufel Kalk benötigt wird.

Die mechanischen Eigenschaften des im sauren elektrischen Ofen erzeugten Stahlgusses sind mindestens ebensogut wie die des Stahlgusses aus dem basischen Ofen. (R. Lemoine, Vortr. auf dem Internationalen Gießereikongreß zu Paris, Sept. 1932.) *Kp.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Neuerungen im Wagenpark der Berliner Straßenbahnen. — 1. Eine Zweiwagensteuerung mit reiner Starkstromschaltung ermöglicht es, Züge aus 2 gekuppelten Triebwagen, zwischen die gegebenenfalls 1 oder 2 Beiwagen gekuppelt werden können, laufen zu lassen, so daß bei 4 Wagen ein Fassungsraum für 280 Personen zur Verfügung steht. Ein Versuch, der das beliebige Zusammenkuppeln von Trieb- und Beiwagen, u. zw. bis zu 3 Triebwagen je Zug zum Ziele hatte, ist in Berlin bereits 1927 unternommen worden, wobei die Züge mit einer Fernsteuerung durch Schütze ausgestattet waren. Die Bremsung dieser Züge erfolgte durch Kurzschlußstrom, der in den Triebwagen erzeugt und durch Schütze geschaltet wurde, deren Erregung durch Oberleitungstrom erfolgte. Beim Ausspringen der Kontaktrolle, das bei den besonders schweren Betriebsverhältnissen in Berlin nicht unbedingt zu vermeiden ist, mußte an Stelle der nunmehr nicht mehr wirksamen Kurzschlußbremse eine zweite mechanische Bremse treten, die durch Federkraft angetrieben war. Diese als Federbremse bezeichnete Einrichtung versagte jedoch häufig und war bei der vorhandenen Veränderlichkeit des Schienenzustandes (Regen, Öl usw.) nicht anpassungsfähig genug. Außerdem waren die unter dem Wagenfußboden liegenden Teile der Bremse starker Verschmutzung ausgesetzt. Die außerdem noch vorhandene Handbremse genügte weiterhin nicht, um die erforderliche Betriebsicherheit aufrecht zu erhalten.

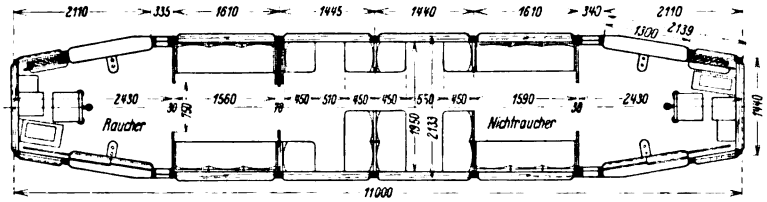


Abb. 7. Zweiachsiger U 4-Wagen der Berliner Verkehrs-Gesellschaft.

Als Folge davon mußten die sog. Schützwagen im Jahre 1930 aus dem Betrieb gezogen werden. Eingehende Versuche führten zu der Zweiwagensteuerung mit reiner Starkstromschaltung. Die Probezüge haben bereits etwa 40 000 km im fahrplanmäßigen Betrieb störungsfrei zurückgelegt. Die Schaltung benutzt Nockenfahrschalter neuester Konstruktion, die sowohl zur Herstellung der Fahrschaltung als auch zur Kurzschlußbremsschaltung dienen. Außer der Kurzschlußbremse ist eine von der Handbremse des führenden Wagens gesteuerte durchgehende Frischstrombremse angeordnet.

Die beim Kuppeln oder Trennen vorzunehmenden Schaltungen erfolgen durch das Kuppeln der Starkstromverbindungen zwischen den Wagen selbsttätig und werden auch selbsttätig überwacht, d. h. bei fehlerhafter Schaltung ist das Anfahren verhindert.

Der Fahrschalter ist derart ausgebildet, daß 2 Triebwagen gleichzeitig gesteuert werden können und hierbei jeder Triebwagen vom anderen unabhängig gefahren und gebremst werden kann. Diese vollständige Trennung der Fahr- und Bremsstromkreise der 2 in einem Zuge zusammenlaufenden Triebwagen trägt wesentlich zur Erhöhung der Betriebsicherheit bei. Die Starkstromkupplung ist bei der neuen Schaltung als sog. „Schwanz-Kupplung" ausgebildet, d. h. an jeder Wagenstirnwand ist ein Ende des einen der beiden Kupplungskabel unlösbar befestigt.

Der mit Hilfe der vorliegenden Schaltung nunmehr ermöglichte verstärkte Antrieb langer Straßenbahnzüge durch 4 Motoren verleiht ihnen eine hohe Anfahrbeschleunigung und auch eine hohe Bremsverzögerung und als Folge davon eine hohe Reisegeschwindigkeit. Die Einrichtung der Schaltung ist auch so getroffen, daß jeder Triebwagen für sich gefahren werden kann.

2. Von einem zweiachsigen U 4-Wagen mit völlig neuem Wagenkasten nach Entwurf der Berliner Verkehrs-Gesellschaft werden zur Zeit 60 Stück gebaut. Der völlig geschlossene Wagenkasten hat Endeinstieg mit sog. Teleskoptüren, die an jedem Wagenende zwei Zugänge freigeben. Die vordere Teleskoptür kann vom Fahrer durch Niedertreten eines Fußhebels geschlossen werden. Für den Fahrer ist ein neuartiger Sitz vorgesehen, dessen Gestell zugleich bequeme Haltemöglichkeiten für die Fahrgäste bietet. Durch eine Querwand mit selbsttätig zufallender Schiebetür ist ein Raucherabteil geschaffen. Auf Lüftung, Beleuchtung usw. ist die größte Sorgfalt verwandt worden. Straffe und ruhige Linienführung sowie gelb-schwarzer Anstrich kennzeichnen die Wagen (Abb. 7). *Pge.*

Bergbau und Hütte.

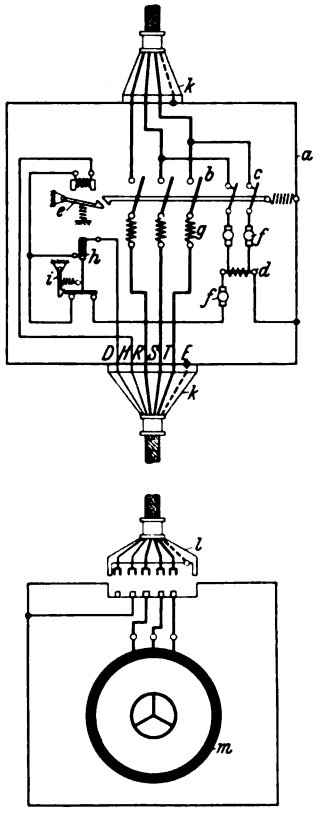
Elektrizität zur Verhütung von Bergschäden. — Mehr als 50 % aller bergbaulichen Unfälle und alle Bergschäden über Tage werden durch die Kräfte herbeigeführt, die der Abbau unter Tage im Gestein (Gebirge) auslöst. Der Bergmann sucht sich durch Beobachtungen des Gebirges gegen die unheimlichen Kräfte zu schützen, aber nur Messungen der Spannungen des Gebirges an sich, bevor sie sich in grob sichtbaren Bewegungen äußern, können wirklichen Schutz bringen. Hierzu entwickelte neue Ideen Dr.-Ing. Dr. A. Gaertner, Mittelsteine, auf der Tagung des Technisch-Wirtschaftlichen Sachverständigenausschusses für Kohlenbergbau des Reichskohlenrats am 3. III. d. J. An bestimmten Stellen im Abbau werden in der Decke (dem „Hangenden") eiserne Stangen befestigt,

Digitized by Google

die den Bewegungen des Gebirges folgen, und mit erprobten elektrischen Meßgeräten, z. B. dem Piezoquarz des Quarzdruckmessers, der Induktionsdruckdose, dem Meßkondensator oder der Permeabilitäts-Meßdose von Siemens & Halske oder dem elektrischen Druckinduktor von Rumpf, Bonn, werden Spannungen und Entspannungen zwischen den Stangen gemessen und registriert. So lassen sich mit dem Fortschritt des Abbaus die Spannungen verfolgen und Maßregeln gegen Gefahr rechtzeitig treffen. Des weiteren wurde auf die Anwendung des von Shirathari, Tokio, erprobten Verfahrens zur Feststellung der Veränderung des Erdpotentials bei Spannungssteigerungen im Erdinnern vor Zusammenbruch des Gefüges (Erdbeben) für die Beobachtung von Bewegungen im Hangenden und Liegenden hingewiesen. Die Punkte größter Zerrung lassen sich aus der Veränderung des Erdpotentials bestimmen. Dies Erdstromverfahren arbeitet mit sehr geringen Spannungen. Hiervon macht das Fremdstromverfahren nach Gaertner frei, bei dem zwei Elektroden gegeneinander in das Hangende eingeführt und mit elektrischem Strom unter Spannung gesetzt werden. Um den Elektrodenspitzenabstand bilden sich Stromlinien, die je nach der Zerrung oder Pressung im Gestein dichter oder entfernter zueinander verlaufen, da sie sich nach dem geringsten Widerstand orientieren. Veränderungen im Stromlinienverlauf, d. h. ein Wandern des Zerrungspunkts, werden gemessen, die sich ergeben, sobald sich durch Bewegung im Gestein dessen Belastung ändert. Es ist durch Messungen festgestellt worden, daß sich die Leitfähigkeit des Gesteins mit der Belastung ändert, was mit dem Einfluß der Belastung auf den Porenbau des Gesteins zusammenhängt. Geophysik, Elektrizität und Bergbau müssen hier noch weiter zusammenarbeiten. Aus der Wanderung des Zerrungspunktes ergeben sich Schlüsse auf gefährliche Einbrüche in das Kohlengebiet, und man kann Vorkehrungen gegen Gefahren treffen. *Pge.*

Erdschlußschaltung. — Das in Deutschland zur Einführung gekommene Erdschlußrelais von SSW wird ebenso wie der Spannungsrückgangsauslöser über einen Spannungswandler an das Netz geschaltet und steht gleichzeitig mit einem nicht geerdeten, zwischen dem Schalter und den Stromverbrauchern verlegten Hilfsleiter in Verbindung. Als Hilfsleiter dienen die in der Gummischlauchleitung am äußeren Umfang liegenden Hilfsleiter oder das Erdungsdrahtgeflecht. Sobald dieses oder einer der Hilfsleiter mit einem an Erde liegenden Eisenteil in Berührung kommt, z. B. beim Ansägen durch die Schüttelrutsche, spricht das Erdschlußrelais an und unterbricht den Stromkreis des Spannungsrückgangsauslösers, der seinerseits den Motorschutzschalter durch Federwirkung auslöst. Es soll hierdurch einer stärkeren Beschädigung des Kabels vorgebeugt werden, bei der es zu Verletzungen stromführender Leiter kommen kann. Das Relais soll besonders dann in Tätigkeit treten, wenn die Gefahr besteht, daß bei Kabelverletzungen Funkenbildungen durch Berühren scheuernder Eisenteile mit den stromführenden Leitern vorkommen. Die Befürchtungen beziehen sich vor allem auf die Schlagwetter-, weniger auf die Berührungsgefahr, d. h. das Relais ist nicht zum Schutze gegen einen auftretenden Erdschlußstrom allgemeiner Art gedacht.

Abb. 8 gibt das Schaltbild einer diesem Zweck dienenden Einrichtung wieder. Die Spannung für den Hilfsstromkreis, in dem der Spannungsrückgangsauslöser *e* und das Erdschlußrelais *h* liegen, wird durch den Spannungswandler *d* auf 24 V, eine ungefährliche Spannung, vermindert. An der Unterspannungseite von *d* ist der Hilfstromkreis *E*, *H* angeschlossen, der aus dem über die Kontakte des Relais *h* geführten Hilfsleiter *H* und dem Erdungsleiter *E* besteht. Letzterer ist unmittelbar mit dem Gehäuse des Motorschutzschalters *a* und der Steckvorrichtung *l* am Motor *m* verbunden, während der Hilfsleiter *H* zu einem Hilfskontakt an dem Stecker geführt ist. Da dieser Kontakt beim Kuppeln der Steckvorrichtung nach den Kontakten für den Arbeitstrom geschlossen und beim Entkuppeln vor den Hauptkontakten geöffnet wird, kann das Bedienen der Steckvorrichtung nur spannungslos geschehen. Bei Unterbrechen des Hilfstromkreises durch die Steckvorrichtung oder durch Zerreißen des Erdungs- oder Hilfsleiters schaltet der Schutzschalter sofort durch den spannungslos gewordenen Spannungsrückgangsauslöser aus. Der Hilfsleiter *D* für das Erdschlußrelais wird an den Steckerstift angeschlossen, der sonst zum Anschluß des Erdungsleiters *E* dient und gegen das Gehäuse der Steckvorrichtung isoliert. Zur Übertragung der Erde dient das Gehäuse selbst, an dem der Erdungsleiter *E* fest angeschlossen ist. Von den Ableitungen auf der Unterspannungseite des Spannungswandlers wird die eine an Erde gelegt, während die andere einmal mit dem Spannungsrückgangsauslöser und zum anderen mit der Wicklung des Erdschlußrelais in Verbindung steht. Die Hilfsleitung des Relais in der Gummischlauchleitung, die z. B. aus dem Erdungsdrahtgeflecht *D* bestehen kann, wird als Rückleitung für die Wicklung des Relais benutzt. Tritt bei Beschädigungen des Kabels eine Verbindung zwischen dem Drahtgeflecht des Kabels und Erde ein, so fließt ein Strom in dem aus dem Erdschlußrelais, der Unterspannungswicklung des Spannungswandlers und der Erde gebildeten Stromkreise. Hierdurch wird das Relais *h* erregt, das den Kontakt öffnet und den Schalter *a* infolge Unterbrechung des Stromkreises für den Spannungsrückgangsauslöser abschaltet. Um zu verhindern, daß bei einem Erdschluß an dem Drahtgeflecht *D* der Bedienungsmann aus Unkenntnis der Störungsursache den Schalter *a* wieder einlegt, wodurch Funken auftreten können, er-



a Motorschutzschalter
b Hauptschalter
c Hilfschalter
d Spannungswandler
e Spannungsrückgangsauslöser
f Sicherungen
g Überstrom-Auslöser
h Erdschlußrelais
i Verriegelung
k Kabelstützer
l Steckvorrichtung
m Motor

Abb. 8. Elektrischer Antrieb einer Vorortmaschine mit Erdschlußschaltung.

hält das Relais *h* eine Verriegelung *i*, wodurch ein selbsttätiges Ansprechen des Relais verhindert wird. Der Schalter *a* kann nur durch eine dazu ermächtigte, für die Beseitigung des Fehlers und für die Aufhebung der Verriegelung verantwortliche Person wieder betriebsfertig gemacht werden. (Knief, Elektr. im Bergb. 1932, S. 36). *Sgm.*

Fernmeldetechnik.

Beitrag zur Frage von Fernsprechstörungen durch Gleichstrombahnen. — Es wird über einen Fall von Fernsprechstörungen in oberirdischen Fernleitungen berichtet (100 mV Geräuschspannung)[1]. Die Linie läuft auf 25 km in straßenbreitem Abstand einer Bahn parallel, die aus zwei Gleichrichterwerken und einem Einankerumformerwerk mit 800 V Spannung gespeist wird. Durch den Einbau von Wellensaugern in den beiden Gleichrichterwerken wurden zwar die Störspannungen[2] dieser Werke stark vermindert, aber die Geräuschspannungen in den Fernleitungen nur unerheblich gesenkt. Erst der Einbau eines dritten behelfsmäßigen Wellensaugers im Umformerwerk brachte eine Senkung der Geräuschspannungen auf etwa 40 mV, nachdem festgestellt war, daß die Umformer eine ganz außergewöhnlich hohe, vermutlich durch schlechte Kurvenform der Spannung des speisenden Drehstromnetzes verursachte Störspannung hatten. Eine weitere Senkung der Geräuschspannungen durch starkstromseitige Maßnahmen war nicht möglich, da die 40 mV wesentlich von den Fahrmotoren herrührten. Schwachstromseitige Maßnahmen versprachen, da die Linie z. T. durch hohen Wald und unter Chauseebäumen verläuft, keinen dauernden Erfolg. So konnte als wirksame Maßnahme nur die Verlegung oder Verkabelung der Linie vorgeschlagen werden. (L. Roehmann, Telegr. u. Fernspr.-Techn. Bd. 21, S. 295.) *Sb.*

[1] ETZ 1929, S. 424.
[2] ETZ 1933, S. 309.

Digitized by Google

Die Störspannung von Drehstromleitungen mit geerdetem Neutralpunkt. — Wenn ein Drehstromgenerator mit geerdetem Neutralpunkt unmittelbar oder über einen Transformator in YY-Schaltung, dessen Neutralpunkte primär und sekundär geerdet sind, auf das Netz arbeitet, so können benachbarte Fernsprechleitungen durch die Ströme und Spannungen der dreizahligen Harmonischen besonders stark gestört werden, da diese Spannungen in den drei Leitern bekanntlich in Phase sind und daher um Größenordnungen (T-fach) stärker auf Fernsprechleitungen einwirken als die der anderen Oberschwingungen. Es ist einleuchtend, daß die gewöhnliche Messung der Störspannung[1] des Generators — oder der Leitung — mit der Siebkette nach Osborne in diesem Falle keine praktisch brauchbaren Werte liefert. J. J. Smith schlägt daher vor, neben der Störspannung E_1 zwischen Phase und Erde noch die Störspannung E_2 der dreizahligen Harmonischen unmittelbar zu messen; dazu ist der Generator in offenem Dreieck zu schalten. Aus beiden kann dann die resultierende Störspannung für den Fall der Neutralpunktserdung als $\sqrt{E_1^2 + T^2 E_2^2}$ berechnet werden. Aus einer Reihe von Messungen geht hervor, daß auch, wenn E_1 sehr klein ist ($< 0{,}5\,\%$ der Nennspannung), die mit $T = 40$ berechnete Störspannung für den Fall der Neutralpunktserdung $5 \cdots 14\,\%$ der Nennspannung beträgt und nur bei bestimmtem Wicklungschritt niedrig bleibt. An Hand der Literatur wird auf verschiedene Möglichkeiten zur Vermeidung der dreizahligen Harmonischen — durch Zusatzeinrichtungen oder durch geeigneten Entwurf der Generatoren — hingewiesen. J. J. Smith, J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 49, S. 175.) *Kl.*

Marine-Funkpeilgeräte beim Küstenschutz in den V. S. Amerika. — Zur Durchführung der Aufgaben des Küstenschutzes der V. S. Amerika ist jedes in See gehende Fahrzeug des Küstenschutzes mit einer neuzeitlichen Funkpeilanlage in Form eines Drehrahmenpeilers ausgerüstet. Zur Beseitigung der bei Drehung des Rahmens ins Minimum noch vorhandenen Lautstärke, die insbesondere auf die Rückwirkung vertikaler Leiterteile in der Nähe des Rahmens zurückzuführen ist und durch einen um 90 ° gegen den Rahmenstrom in der Phase verschobenen Strom erzeugt wird, sind nacheinander folgende Schaltungen erprobt worden: 1. Erdung des gitterseitigen Poles vom abgestimmten Rahmen über einen verstellbaren Kondensator zur Kompensation der verhältnismäßig hohen Kapazität der Kathodenseite gegen Erde; 2. Verwendung eines Differentialkondensators, dessen feste Plattenpakete parallel zum Abstimmkondensator des Rahmens zwischen Gitter und Kathode und dessen drehbares Plattenpaket an Erde lagen; 3. aperiodischer Rahmen mit elektrostatisch abgeschirmten Windungen und einer über einen Differentialkondensator angekoppelten Hilfsantenne; 4. abgeschirmter, abgestimmter Rahmen mit einer über ein Differentialvariometer induktiv angekoppelten Hilfsantenne und einer Gegentakt-Hochfrequenz-Verstärkerstufe als Eingang; letztere Anordnung ist mit einigen schaltungstechnischen Verbesserungen prinzipiell für die endgültige Ausführung der Peiler des Küstenschutzes gewählt worden. Da die scharfe Peilung mit dem Rahmen allein keine Bestimmung der Seite ermöglicht, wird der Rahmen zur Seitenbestimmung in bekannter Weise mit einer abgestimmten offenen Antenne kombiniert, so daß die Charakteristik der gesamten Peilantenne eine Kardioide wird.

Die durch die elektrischen Rückstrahleigenschaften des Schiffes bedingten scheinbaren Ablenkungen des Funkstrahls haben im allgemeinen einen quadrantalen Verlauf, u. zw. sind sie nach voraus und achteraus sowie in den Querabrichtungen Null, während in Richtung der Winkelhalbierenden zu diesen Hauptrichtungen die Höchstwerte liegen. Liegen diese Höchstwerte unterhalb von 20 °, so wird die Kurve dieser Abweichungen durch mechanische Kompensation am Handrad des Funkpeilers berücksichtigt, indem der Zeiger bei Drehung des Handrades keine konstante Umlaufgeschwindigkeit, sondern entsprechend der ermittelten Kurve für die einzelnen Sektoren eine Voreilung oder Nacheilung erhält, so daß dann die wahre Peilung unmittelbar am Zeiger abgelesen werden kann. Bei Höchstwerten größer als 20 ° wird nun zunächst durch elektrische Kompensation die Größe der Abweichungen herabgesetzt, die Restbeträge werden dann durch mechanische Kompensation erfaßt. Die elektrische Kompensation beruht auf der Erkenntnis, daß der quadrantale Verlauf der Ablenkung durch Rückstrahlung des Schiffskörpers verursacht wird, der als eine in der Längsrichtung des Schiffes liegende Schleife wirkt, in deren Außenfeld der Rahmen steht. Durch eine um den Rahmen verspannte Längsschleife läßt sich nun ein zusätzliches Rückstrahlfeld erzeugen, das der Wirkung des Schiffskörpers entgegengerichtet ist und bei geeigneter Größe eine weitgehende Reduktion der Ablenkungsbeträge bewirkt. So konnte auf dem Kutter „Tahoe" die Ablenkung mit Höchstwerten von rd. 23 ° durch eine einfache den Rahmen umschließende Dreieckschleife, gebildet aus Mast, Schiffskörper und einer metallischen Verbindung durch einen Draht von der Spitze des Mastes nach einem vorausliegenden Punkt am Schiffskörper, auf höchstens 5 ° verringert werden. Falls die räumlichen Verhältnisse eine geeignete Bemessung verbieten, so können die physikalischen Eigenschaften u. U. durch Einschaltung geeigneter Induktivitäten, Kapazitäten oder Widerstände in erforderlicher Weise verändert werden. In einem Fall wurde ferner ein stark ablenkender Einfluß mit hohen Werten und sehr unregelmäßigem Verlauf von horizontalen Leiterteilen in der Nähe des Rahmens beobachtet, wie sie z. B. durch Sonnensegelstander oder eine Reeling gebildet werden können. Die dabei festgestellten Ablenkungskurven mit hohen Werten und sehr unregelmäßigem Verlauf wurden durch Unterteilung der horizontalen Leiterteile mit Hilfe von Isolatoren wesentlich verbessert. Als wesentlicher Vorteil der elektrischen Kompensation wird neben der Herabsetzung der Ablenkungsbeträge eine Verbesserung der Qualität des Peilminimums, insbesondere in den Querabrichtungen erzielt, so daß dadurch eine wesentlich geringere Hilfsantennen-EMK zur Schärfung des Minimums erforderlich wird.

Die Frequenzabhängigkeit der Ablenkungen wurde in dem Bereich $275 \cdots 7500$ kHz ($1090 \cdots 40$ m) untersucht. Dabei ergab sich für die langen und mittleren Wellen der bereits erwähnte quadrantale Verlauf, während nach den kürzeren Wellen zu der Kurvenverlauf mehr halbkreisigen Charakter annimmt und bei der kürzesten untersuchten Welle von 40 m ausgesprochen halbkreisigen Verlauf zeigt. — Neben den Schiffen des Küstenschutzes sind auch diejenigen Flugzeuge, die nicht nur auf bestimmten, mit Funkbaken versehenen Fluglinien fliegen, mit Rahmenpeilern ausgerüstet. Es wird eine Übersicht der Apparatur und der Einbauverhältnisse gegeben. Die durch den Flugzeugkörper ähnlich wie beim Schiff bedingten Ablenkungen sind unabhängig davon, ob das Flugzeug in der Luft oder auf dem Wasser sich befindet. (C. T. Solt, Proc. Instn. Radio Engr. Bd. 20, S. 228.) *rk.*

[1] L. Rochmann, ETZ 1929, S. 424.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Wanderwellen in Hochspannungsleitungen. — Es wurden von der General Electric Co. und der Consumer Power Co. gemeinsam Versuche unternommen, um die durch atmosphärische Störungen hervorgerufenen Überspannungswellen zu studieren. Die Versuchsleitung hat eine Länge von ungefähr 70 km, ist unverdrillt, ohne Erdseil, Leiteranordnung im Dreieck und war seinerseits die erste 110 kV-Leitung. Zur Erzeugung der Überspannungen diente ein 1 Mill V-Impulsgenerator. Die Höhe der Spannung längs der Leitung wurde mittels Kugelfunkenstrecke gemessen, die Wellenform mittels Kathodenoszillographen aufgenommen. Abklingversuche wurden mittels drei verschiedener Wellenformen durchgeführt; einer steilen Welle, einer flachen Welle und einer abgehackten Welle; bei ersterer wird der Scheitelwert innerhalb 1 µs, bei den letzteren innerhalb 7 µs erreicht. Hierbei wurden die Fälle untersucht, bei welchen die Wellen einem Leiter, zwei und allen drei Leitern aufgedrückt werden.

Es wurde festgestellt, daß das Abklingen von Wanderwellen davon abhängig ist, ob in der Nähe befindliche andere Leiter ähnliche Wellen führen; in diesem Falle ist das Abklingen geringer, besonders bei abgehackten Wellen. Durch die Versuche wurde bestätigt, daß positive Wellen rascher abklingen als negative, was auf Grund der Verschiedenheit der Koronaverluste zu erwarten war. Sehr bemerkenswert ist, daß freie Leiter durch den Einfluß von benachbarten wellenführenden Leitungen Potentiale annehmen, wobei die Potentiale der ersteren bereits in einer Entfernung von etwa 9 km gleich denen der letzteren sind.

Bezüglich des Einflusses von Erdseilen wurden das Abklingen und die Schutzwirkung studiert, wobei unter letzterer die Herabsetzung des Leitungspotentials unmittelbar nach einer Wolkenentladung verstanden wird, be-

Digitized by Google

vor noch die auf der Leitung induzierten Ladungen zu wandern beginnen. Die Versuche wurden in der Weise vorgenommen, daß der eine oder beide obere Leiter in Abständen von ungefähr 800 m geerdet wurden. Durch Erdseile wird das Abklingen von Wanderwellen vermindert. Dies ist im geringen Maße bei positiven Wellen, im starken Maße bei negativen Wellen der Fall, bei letzteren wandern die Wellen etwa doppelt so weit, wenn Erdseil vorhanden ist, als wenn dies nicht der Fall ist. Diese Wirkung ist bei zwei geerdeten Leitern nur um ein geringeres größer als bei einem. Die Schutzwirkung der Erdseile wurde mit der Rechnung übereinstimmend festgestellt, bei der verwendeten Leiteranordnung beispielsweise mit 20 % gegenüber einem Rechenwert von 21 %. Wesentliche Unterschiede in der Wirkung von Kupfer- und Stahlleitern als Erdseile wurden nicht gefunden. Es wird als scheinbar günstiger angegeben, wenn die Höhe der Erdungswiderstände der einzelnen Maste gleichmäßig ist und sich nicht stark ändert. Der Wirkwiderstand der Leiter wurde bei Ausgleichvorgängen geringer gefunden als bei stationären Vorgängen, übereinstimmend mit anderwärtigen Messungen. Er betrug beispielsweise bei einem Ausgleichsstrom von 550 A ungefähr 67 % des bei stationärem Strom sich ergebenden Wertes.

Für die Messung der Wellenwiderstände hat sich folgende Methode am besten bewährt: Es wird zwischen Leiter und Erde ein Widerstand geschaltet und an demselben Höhe der Stromwelle und der Spannungswelle gemessen. Befindet sich der Widerstand am Leitungsende, so ergibt sich der Wellenwiderstand als Quotient aus der Spannung bei Strom Null und aus dem Strom bei Spannung Null. Befindet sich der Widerstand in genügender Entfernung vom Leitungsanfang und Leitungsende, so ergibt sich der Wellenwiderstand als Quotient aus der Spannung bei Strom Null und aus dem halben Strom bei Spannung Null. (McEachron, Hemstreet, Rudge, J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 49, S. 377.) *Tr*

Verschiedenes.

Planté-Hundertjahrfeier. — Unter der Führung der französischen Gesellschaft für Elektrotechnik wird die Gründung eines Internationalen Komitees vorbereitet, um im April nächsten Jahres die 100. Wiederkehr des Geburtstages von Gaston Raimond Planté zu feiern.

Planté ist weiteren Kreisen der Elektrotechnik durch seine Arbeiten auf dem Gebiet der Akkumulatorentechnik bekannt geworden. Im Jahre 1859 überreichte er der Akademie der Wissenschaften eine bemerkenswerte Arbeit über seine Versuche mit elektrischen Apparaten, die besonders dadurch auffallend waren, daß Planté darin eingehend über „Akkumulierung" und „Transformierung" elektrischer Energie berichtete. Mit dieser Arbeit fußte Planté auf Versuchen, die, wie H. Beckmann festgestellt hat, mehr als 50 Jahre vorher der deutsche Physiker Johann Wilhelm Ritter über die Aufspeicherung elektrischer Energie, sowie auf Versuchen, die der deutsche Forscher Sinsteden im Jahre 1854 gemacht hatte.

Planté benutzte, anknüpfend an die Beobachtungen Sinstedens, auch wieder Bleibleche in verdünnter Schwefelsäure für die Stromaufspeicherung. Er gab aber diesen Platten von vornherein dadurch eine handlichere Form, daß er sie, durch Gummibänder voneinander getrennt, spiralig aufrollte und dadurch bei engem Raum eine verhältnismäßig große Energiemenge speichern konnte. Bei den sehr zahlreichen Untersuchungen, die Planté in der Folge anstellte, beobachtete er, daß es keinen Zweck habe, in einen solchen Blei-Schwefelsäure-Sammler dauernd Strom zu schicken, da die Grenze der Aufnahmefähigkeit derartiger Bleiplatten verhältnismäßig bald erreicht ist, daß also der weiter dem Apparat zugeführte Strom nur nutzlose Gasentwicklung erzeuge. Weiter stellte Planté fest, daß sich hingegen ein Akkumulator in seiner Fähigkeit, Strom aufzunehmen, wesentlich verbessert, wenn er wiederholt geladen und entladen wird, wenn also seine Platten bald als Positive, bald als Negative arbeiten, und daß durch derart wechselnde Stromeinwirkung auf den Platten eine in ihrer Stärke immer mehr wachsende Schicht von Bleiverbindungen erzeugt wurde. Setzte Planté solche regelmäßigen Ladungen und Entladungen während mehrerer Monate fort, so konnte er durch diese immerhin etwas umständliche Art der Behandlung allmählich doch eine ziemlich dicke wirksame Schicht auf den Bleiplatten gewinnen und so einen Akkumulator herstellen, der imstande war, verhältnismäßig große Strommengen aufzunehmen und abzugeben.

Von all den vielen Vorschlägen für die Weiterentwicklung von Akkumulatoren, die dann im Laufe der Jahre gemacht wurden, gewann zunächst die Patentanmeldung von Faure, die im Jahre 1881 geschah, für die Entwicklung der Akkumulatoren größte Bedeutung. Dieses Patent schützte dem Erfinder jegliche Benutzung von mechanisch oder chemisch aufgetragenen Bleiverbindungen auf Träger aus Blei, Kupfer oder Kohle u. dgl.

Im Jahre 1883 stellten die Brüder Tudor in Rosport Akkumulatoren her, bei welchen die beiden Vorschläge von Planté und Faure gleichzeitig Verwendung fanden.

Auch der Tudorschen Erfindung erging es wie den ihr vorangegangenen. Zunächst fand auch sie keinerlei praktische Anwendung; erst als im Jahre 1887 Adolph Müller die technische Verwertung dieser Akkumulatoren in die Hand nahm und eine eigene Akkumulatorenfabrik unter dem Namen Büsche u. Müller, aus der später die Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft (AFA) hervorging, in Hagen i. W. gründete, fand der Tudor-Akkumulator in Deutschland in großem Maße Verwendung.

Dr. Skowronnek.

Elektrische Prüfung der Korrosion von Rohrleitungen. — Bei der Untersuchung der Korrosion eingegrabener Röhren muß man die chemische Korrosion von der elektrolytischen unterscheiden. Bei der chemischen Korrosion ist der elektrische Strom die Folge einer Zerstörungserscheinung der Rohrleitung, indem unter der Einwirkung der durch das gegebene Verhältnis von Metall, Feuchtigkeit und Salzen im Boden entstandenen elektromotorischen Kräfte galvanische Ströme in der metallischen Röhrenmasse und in dem umgebenden Boden fließen, während bezüglich der elektrolytischen Korrosion der Strom die Ursache der Zerstörung ist, indem in diesem Falle der Strom von benachbarten elektrischen Anlagen, Kraftwerken herrührt, der bei einer Stelle der Rohrleitung eintritt, um an einer anderen wieder auszutreten mit dem Ergebnis, daß die Korrosion an diesen Stellen lokalisiert ist. Diese Erwägungen veranlaßten C. und M. Schlumberger und E. G. Leonardon, ein elektrisches Meßgerät zu entwickeln, mit dem es möglich ist, Strommessungen an einer Rohrleitung vorzunehmen, ohne daß es nötig ist, den Boden über den Leitungen aufzureißen. Die Messungen lassen sich demnach schnell und einfach auf der Straße, auf dem Gelände usw. vornehmen. Das Gerät ist ein selbstregistrierendes Potentiometer, wobei die Potentialunterschiede selbsttätig auf Koordinatenpapier aufgezeichnet werden. (Amer. Inst. min. metallurg. Engr. Techn. Publ. 1932, Nr. 476, S. 1.) *Kp.*

Energiewirtschaft.

Die Betriebsergebnisse der Überlandkraftwerke in der UdSSR im Jahre 1932. — Als Einleitung zur Statistik der Elektrizitätswerke in der UdSSR für das Jahr 1932, welche nächstens erscheinen wird, berichtet Glawenergo (die Behörde, welcher alle Überlandkraftwerke, mit Ausnahme von Kraftwerken in Baku, Grosny, Kusnetzk und Magnitogorsk unterstellt sind) über die Hauptbetriebsergebnisse der Überlandkraftwerke und über die Schwierigkeiten bei der Brennstoffversorgung der Kraftwerke[1].

Die Leistung der Glawenergo-Kraftwerke (22 Vereinigungen der Elektrizitätswerke) betrug am 1. I. 1932 1957,5 MW. Im Laufe des Jahres wurden neu in Betrieb genommen 685,4 MW, so daß am 1. I. 1933 die Gesamtleistung der genannten Überlandkraftwerke 2643 MW betragen hatte. Diese Kraftwerke erzeugten im Jahre 1932 8267 Mill kWh (um 35 % mehr als 1931). Trotz der verhältnismäßig günstigen Betriebsergebnisse betragen die erzeugten kWh nur 81,9 % der geplanten Energiemenge. Als Hauptursache des Fehlbetrages wird die unregelmäßige und mangelhafte Versorgung der Kraftwerke mit Brennstoff angegeben. Insbesondere hatten unter diesem Übel die großen Torfkraftwerke zu leiden[2]. In einer ausführlichen Tabelle ist die Versorgung der Torfkraftwerke: Schatura (136 000 kW), Nigress (204 000 kW) und Roter Oktober (108 000 kW) für die einzelnen Monate des Jahres angegeben. Man ersieht aus derselben, daß diese Kraftwerke monatelang gezwungen waren, vier verschiedene Brennstoffe (Torf, Holz, Kohle und Naphtha) gleichzeitig zu verfeuern, trotzdem ihre Kessel ausschließlich für Torffeuerung eingerichtet sind. Folgende Zahlen aus der Zahlentafel genügen, um die Betriebsverhältnisse dieser Kraftwerke zu kennzeichnen:

[1] Elektritschestkije Stanzii 1933, H. 1.
[2] ETZ 1933, S. 825.

Digitized by Google

Von den gesamten erzeugten kWh erzeugte:

Kraftwerk Nigress		
im Januar, Februar und März mit	Torf	15,1 ··· 16,9%
	„ Holz	36 ··· 44 %
	„ Kohle	5,2 ··· 5,9%
	„ Naphtha	33,2 ··· 43,3%
Kraftwerk Roter Oktober		
im März, April und Mai	„ Torf	26,4 ··· 27 %
	„ Holz	8,3 ··· 19 %
	„ Kohle	10,3 ··· 18,7%
	„ Naphtha	35,3 ··· 55 %
Kraftwerk Schatura		
im April, Mai und Juni	„ Torf	48,2 ··· 69 %
	„ Holz	16,2 ··· 27,9%
	„ Kohle	14,4 ··· 19,5%
	„ Naphtha	0,1 ··· 1,5%

Die mittlere Feuchtigkeit des Torfes im Monat schwankte auf verschiedenen Kraftwerken in Grenzen von 26,8 ··· 61 %. Bei einem so hohen Feuchtigkeitsgrad konnte Torf nur verbrannt werden, wenn gleichzeitig auch Naphthadüsen im Betrieb waren. Durch gleichzeitiges Verbrennen verschiedener Brennstoffe in einer Feuerung, wie z. B. der im Kraftwerk Schatura zusammengestellten Mischung aus Stücktorf (60 %) mit verhältnismäßig kleinkörnigem Frästorf (30 %) und Kohle (10 %), wurde der Wirkungsgrad der Feuerungen und die Leistung der Kessel herabgesetzt und der Betrieb wesentlich erschwert.

Der Mangel an Disziplin und an geschultem Personal wird ebenfalls als Ursache des genannten Fehlbetrages angegeben. 20 % aller Havarien sind unmittelbare Folgen des fehlerhaften Handhabens des Betriebspersonals. Sogar bei den ältesten Vereinigungen der Elektrizitätswerke, wie Mosenergo (Moges) und Lenenergo (Elektrotok), stieg die Anzahl der Havarien in 9 Monaten des Jahres 1932 bis auf 2796 gegenüber 1893 Fällen in gleicher Zeit des Vorjahres.

Eine sehr lange Inbetriebsetzungs-Periode der fertiggestellten Kraftwerke hatte ebenfalls zur Folge, daß die bereits im Betriebe befindlichen Kraftwerke dauernd überlastet werden und während des Maximums mit niedriger Periodenzahl und Spannung arbeiten müssen.

Die Benutzungsdauer der Höchstleistung stellt sich bei den einzelnen größeren Vereinigungen von Elektrizitätswerken wie folgt:

Mosenergo	5 050 h	gegenüber	4 800 h 1931
Lenenergo	5 150 h	„	4 620 h 1931
Nigressenergo	5 800 h	„	5 740 h 1931
Donbass	sogar höher als		6 000 h 1931

Diese hohe Benutzungsdauer ist aber teilweise durch den Mangel an Leistung, Abschaltungen von Stromabnehmern während des Maximums und durch die zusätzliche Inbetriebsetzung veralteter Zentralen während des Maximums bedingt. Das Verhältnis der mittleren Belastung zur mittleren jährlichen Leistungsfähigkeit beträgt im Jahre 1932: 41,6 % gegenüber 42 % des Vorjahres. Der prozentuale Anteil der verschiedenen Brennstoffe bzw. der Wasserkraft an der Erzeugung elektrischer Arbeit beträgt:

Brennstoff	1931 %	1932 Plan %	1932 in 11 Mon. %
A) Kraftwerke auf eigener Brennstoffbasis			
Torf	33,8	22,3	21,4
Holz	1,6	3,8	2,5
Kohle aus Moskauer Revier	7	9,2	8,2
„ „ Sibirien	3,6	7,6	6,2
„ „ Donbass für Donbass und Kaukasus	11	18,3	18
Koksgas	2,5	0,8	1,4
insgesamt	59,5	62	57,7
B) Kraftwerke mit zugeführtem Brennstoff			
Kohle aus Donbass	19,8	14,9	16,3
Naphtha	13,5	14,4	17,8
insgesamt	33,3	29,3	34,1
C) Wasser	7,2	8,5	8,2
insgesamt	100	100	100

Die prozentuale Verteilung der nutzbar abgegebenen Arbeit unter den einzelnen Verbrauchern ist aus nachstehender Zahlentafel zu ersehen:

Jahr	Industrie %	Beleuchtung %	Straßenbahn %	Eisenbahn %	Verschiedenes %
1931	76,3	8,9	5,9	0,4	8,5
1932	76,7	8,9	5,5	0,3	8,6

Trotz der erwähnten Betriebschwierigkeiten betrug der Brennstoffverbrauch, bezogen auf den Normalheizwert von 7000 kcal, nach Angaben der Zeitschrift:

a) je erzeugte kWh: 0,77 kg,
b) je ins Netz abgegebene kWh: 0,835 kg.

Th. Sauer.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Bibliothek.

Die Zeitschriften-Bibliothek, die der Elektrotechnische Verein im Lesesaal des Ingenieurhauses, Berlin NW 7, Friedrich-Ebert-Str. 27, unterhält, wird unseren Mitgliedern erneut in Erinnerung gebracht und zu recht eifriger Benutzung empfohlen. Der Verein deutscher Ingenieure hat sich in liebenswürdiger Weise damit einverstanden erklärt, daß nicht nur die Mitgliedskarten des EV, sondern auch die Dauer-Gastkarten (Jahreskarten und Halbjahreskarten) zum Eintritt in den Lesesaal des Ingenieurhauses und zur Benutzung aller dort verfügbaren Bücher und Zeitschriften berechtigen, und zwar:

Montag, Dienstag, Donnerstag von 9 bis 19 Uhr,
Mittwoch und Freitag von 9 bis 21 Uhr,
Sonnabend von 9 bis 13 Uhr.

Die Bücher und Zeitschriften dürfen nur in der Bücherei selbst benutzt werden.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Neu erschienene VDE-Arbeiten.

Folgende VDE-Bestimmungen wurden von dem bevollmächtigten Ausschuß in seiner Sitzung am 11. Juni 1933 angenommen[1]; Sonderdrucke dieser Arbeiten sind soeben erschienen und können von der Geschäftsstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, bezogen werden.

VDE 0145a/1933. Außerkraftsetzung des Abschnittes II 3 A a) von VDE 0145/1925 „Leitsätze für den Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannungen".

VDE 0255a/1933. Änderung und Ergänzung von §§ 4, 5, 6 und 7 in VDE 0255/1928 „Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen V.S.K.".

VDE 0326/1933. „Leitsätze für die Prüfung von Hartpapierformstücken".

VDE 0431/1933. „Regeln für das Messen von Spannungen in Röntgenanlagen mit der Kugelfunkenstrecke".

VDE 0442/1933. „Leitsätze für die Ausführung von Hochspannungsprüfungen mit Wechselspannungen".

VDE 0610c/1933. Ergänzung von §§ 26, 29, 42 und 45 in VDE 0610/1928 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prü-

[1]) Vgl. ETZ 1933, S. 640.

Digitized by Google

fung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I.".

VDE 0650b/1933. Änderung von §§ 51, 59 und 60 in VDE 0650/1928 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anlassern und Steuergeräten R.E.A.".

VDE 0660a/1933. Änderung von §§ 44, 65 und 67 in VDE 0660/1928 „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung R.E.S.".

VDE 0740a/1933. Änderung von § 23a) in VDE 0740/1932 „Vorschriften für Elektrowerkzeuge für Spannungen bis 250 V gegen Erde V.E.Wz".

VDE 0751/1933. „Vorschriften für elektromedizinische Hochfrequenzapparate zur Diathermie und Hochfrequenzchirurgie V.E.Med. 2.".

VDE 0860/1933. „Vorschriften für Rundfunkgeräte, die mit Starkstromnetzen in Verbindung stehen. V.R.G.".

VDE 0870/1933. „Leitsätze für Kondensatoren der Rundfunk- und Entstörungstechnik L.R.K.".

Neu erschienene DIN VDE-Normblätter.

Rundfunkgeräte.

DIN VDE 1519 Stecker für Lautsprecher (September 1933).

Blitzableiter.

DIN VDE 1845 Verbindungsstücke. Endstücke, Kreuzstücke, T-Stücke (April 1933, 2. Ausgabe).

Elektrische Maschinen.

DIN VDE 2941, Bl. 2 Befestigungsflansche für Formen B 5 und V 1 bis 4 (März 1933, 3. Ausgabe).

Elektroflurfördergeräte.

DIN VDE 3551 Tragfähigkeiten, Plattformhöhen (Juli 1933).

Kabelzubehörteile.

DIN VDE 7654 Einführungsbuchse und Dichtscheibe für Flach-Endverschlüsse nach DIN VDE 7690 (Juni 1933).

DIN VDE 7690 Flach-Endverschlüsse für Innenräume und blanke Anschlußleitung für Dreileiterkabel 6 bis 400 mm² Leiterquerschnitt, Spannungen bis 10 kV (April 1933, 2. Ausgabe).

DIN VDE 7691 Fassungen mit Dichtscheiben für Flach-Endverschlüsse nach DIN VDE 7690 (April 1933, 2. Ausgabe).

DIN VDE 7697 Endverschlüsse für Vielleiterkabel in Innenräumen, Spannungen bis 500 V (Juni 1933).

DIN VDE 7698 Endverschlüsse für Vielleiterkabel in Innenräumen für Spannungen bis 500 V, Montageanweisungen (Juni 1933).

Stahlpanzerrohre.

DIN VDE 9040 Stopfbuchsverschraubungen aus Metall (Juni 1933).

DIN VDE 9041 — aus Isolierpreßstoff (Juni 1933).

Alle Anfragen bezüglich Lieferung und Versand der Normblätter sind an die Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin SW 19, Dresdener Str. 97, zu richten.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33.

Betr.: Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens.

Es befinden sich Kippschalter 10 A, 250 V, für Unterputz- und Aufputzverlegung im Verkehr, welche ein Firmenzeichen (B) und das Verbandszeichen tragen. Für Kippschalter mit dem erwähnten Firmenzeichen ist die Genehmigung zur Führung des VDE-Zeichens bisher nicht erteilt worden; es liegt also eine unberechtigte Benutzung dieses Zeichens vor. Vor dem Ankauf der zu Unrecht mit dem Verbandszeichen versehenen Schalter wird gewarnt und gleichzeitig gebeten, der VDE-Prüfstelle Kenntnis zu geben, falls die fraglichen Schalter weiterhin angeboten bzw. verkauft werden.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Chemnitz. 14. IX. 1933, abds. 7½ h, Staatl. Akademie für Technik, Hörsaal 199: Filmvortrag Obering. G. W. Müller, Berlin, „Stromrichter mit und ohne Steuergitter".

Elektrotechn. Verein. Leipzig. 20. IX. 1933, abds. 8 h, Vortragsaal des Grassimuseums (Eing. Rabensteinplatz): Lichtbildervortrag Dipl.-Ing. Voigt: „Die Elektrowärme-Ausstellung in Essen. Grundsätzliches über die Bedeutung der Elektrowärme".

Pomm. Elektrotechn. Verein, Stettin. 22. IX. 1933, abds. 8¼ h, Konzerthaus Stettin: Vortrag G. Schade, „Der el. Antrieb im Bergbau".

Deutsche Maschinentechnische Gesellschaft, Berlin. 19. IX. 1933, abds. 7½ h, gr. Hörsaal des Ingenieurhauses, Friedrich-Ebert-Str. 27: 1. Vortrag Dr. Peters, Berlin, „Das Steinkohlenteeröl und seine Bedeutung für die Holzkonservierung"; 2. Vortrag Reg.-Baum. a. D. Wesemann, Berlin, „Die Aufgaben der Industrie und des Ingenieurs für die Landesverteidigung".

LITERATUR.

Besprechungen.

Machines et appareils électriques. Bd. 2 von Memento d'électrotechnique. Von A. Curchod. Mit zahlr. Abb., XVII u. 502 S. in 8°. Verlag Dunod, Paris 1932. Preis geh. 96 Fr, geb. 105 Fr.

A. Curchod, Hauptschriftleiter der „Revue générale de l'électricité", gibt unter Mitwirkung mehrerer Fachingenieure ein vierbändiges Nachschlagewerk der Elektrotechnik (Memento d'électrotechnique) heraus, von dem das vorliegende Buch den zweiten Band darstellt. Der erste Band (Grundlagen der Elektrizität und des Magnetismus) ist bereits vor einiger Zeit erschienen. Der dritte über Elektrizitätserzeugung und -verteilung sowie der vierte über Anwendung der Elektrizität sind noch in Vorbereitung. Der zweite Band enthält alles Wissenswerte über elektrische Maschinen und Geräte, einschließlich Elektronenröhren und Gleichrichter. Der Studierende, wie der in der Praxis stehende Ingenieur finden darin zu ihrer Unterrichtung Grundlagen der Berechnung und Konstruktion, Tabellen und Kurven über Erfahrungszahlen, Schaltungen und Betriebskennlinien, Schnittzeichnungen und Abmessungen ausgeführter Maschinen und Geräte. Zahlreiche Fußnoten weisen auf ausführliche Behandlung der Einzelgebiete in der elektrotechnischen Literatur hin. Leider reichen diese Quellennachweise nur in wenigen Fällen über das Jahr 1929 hinaus. Das Buch erfüllt den im Vorwort angegebenen Zweck, die Ergebnisse der vielen wissenschaftlichen und technischen Veröffentlichungen zu sichten und die wichtigsten Arbeiten dem Ingenieur und, ganz allgemein, dem Techniker zu übermitteln, um so gelerntes und inzwischen vergessenes Wissen wieder ins Gedächtnis zurückzurufen. Ausführung und Druck sind gut, allerdings hätten die Formeln etwas größer gesetzt werden können, zumal Platz vorhanden ist. Zorn.

Turbinen und Pumpen. Theorie u. Praxis. Von Dr.-Ing. F. Lawaczeck. Mit 208 Abb. i. Text, VI u. 208 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. 22,50 RM.

Im ersten Teil des Buches beschränkt sich der Verfasser auf die Darstellung der von ihm entwickelten be-

Digitized by Google

sonderen Form der Propellerturbine. Bei der Berechnung sowohl als auch bei der Mitteilung von Versuchsergebnissen ist den grundlegenden Arbeiten von Kaplan auf dem Gebiet schnellaufender Niederdruckturbinen wohl zu wenig Beachtung geschenkt worden. Eine eingehende Berücksichtigung hat die Herstellung der Laufräder, insbesondere der Flügelflächen erfahren. Neben einigen Sonderproblemen der Hydraulik werden eingehende Versuche mit verschiedenen Schaufelformen veröffentlicht. Der zweite etwas größere Teil gibt Aufschluß über die neuen Bauarten der Kreiselpumpen, wobei die Verwertung theoretischer Erkenntnisse an Hand zahlreicher Ausführungen gezeigt wird. Der Verfasser ist beim Entwurf von kleinsten bis zu extrem großen Einheiten eigene Wege gegangen und hat nun seine persönlichen Erfahrungen im Bau raschlaufender Pumpen niedergelegt.

Der Fachmann auf dem Gebiet hydraulischer Maschinen findet in diesem Werk manchen wertvollen Wink.

P. Ostertag.

Angewandte Hydromechanik. Von Dr.-Ing. W. Kaufmann. Bd. 1: Einführung in die Lehre vom Gleichgewicht u. v. d. Bewegung d. Flüssigkeiten. Mit 146 Textabb., VIII u. 232 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis geh. 12,50 RM, geb. 14 RM.

Das vorliegende Buch gibt nicht nur eine Einführung in die Gesetze der Flüssigkeiten, sondern auch einen guten Überblick über den heutigen Stand dieses Teiles der Mechanik, der in den letzten Jahrzehnten ein erfolgreiches Arbeitsgebiet war. Der Text ist äußerst klar und leicht verständlich geschrieben. Viele Beispiele erläutern die behandelten Gesetze und tragen wesentlich zu ihrem sicheren Erfassen und Behalten bei. Besonders hervorzuheben sind die übersichtlichen Abbildungen mit ihren, das dargestellte Gesetz oft in kurzen Worten aussprechenden Unterschriften. Das Buch kann jedem sehr empfohlen werden. Auch der Elektrotechniker, der bei der Anlage von Kraftwerken, der Belüftung seiner Maschinen und anderem mit der Hydrodynamik in engere Berührung kommt, wird es gern zur Hand nehmen, ganz abgesehen davon, daß er in der Theorie der idealen Flüssigkeiten viele Analogien zu seinen elektrischen Vorgängen finden wird. Horst Müller.

Praktische Getriebelehre. Von Dr.-Ing. K. Rauh. Bd. 1. Mit 196 Textabb. u. 19 mehrfarb. Abb. auf 8 Taf., VII u. 139 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis geh. 21 RM, geb. 22,75 RM.

In dem bisher erschienenen 1. Bd. behandelt der Verfasser ausführlich die Kurbelgetriebe und ihre verschiedenen Abwandlungen. Die Beschreibung der einzelnen Getriebe ist leicht verständlich, ebenso ist auf die übersichtliche Gestaltung der Bilder viel Mühe verwendet worden. Dadurch ist sowohl die Wirkungsweise der einzelnen Getriebe als auch die geometrische Ableitung der Kurven, die die Wege, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen einzelner Punkte der Getriebe darstellen, leicht zu übersehen. Der Verfasser hatte sich ja auch das Ziel gesteckt, „ein der Konstruktionspraxis — auch des Nichtingenieurs — dienendes und in der Handhabung und Anordnung selbst übersichtliches und praktisches Werk zu schaffen". Etwas abwegig — gerade für den Elektrotechniker — erscheint die zu Beginn des Buches aufgestellte Behauptung, daß die Maschine immer aus einem festen Gestell und darauf bewegten Teilen besteht. Wir sind gewohnt, diesen Oberbegriff der Maschine heute bedeutend weiter zu fassen und zumindesten auf alle elektrischen Maschinen mit auszudehnen. Es ist auch nicht richtig, daß alle flächenläufigen Elementenpaare zwei Freiheitsgrade besitzen. Flächenpaar und Kugelpaar haben vielmehr drei Freiheitsgrade. Überflüssig erscheint die Einführung von Bezeichnungen wie Brotformen u. dgl. für besonders gestaltete Koppelkurven. Dahingegen würde es den Praktiker interessieren, wie bei Ableitung von Arbeitsbewegungen mit zeitweisem Stillstand von einer Koppelkurve, also mit anderen Worten bei dem heute vielfach vorgeschlagenen Ersatz von Kurvengetrieben durch Kurbelgetriebe sich ein unbedingt genauer Stillstand erreichen läßt, und wieweit das im Betrieb sich einstellende Spiel der zahlreichen Lagerstellen der praktischen Anwendung eine Grenze zieht.

Das Buch wird gewiß dem Konstrukteur wertvolle Dienste leisten und gern von ihm benutzt werden, und auch die bewährte zweckmäßige Ausstattung des Buches durch den Springerschen Verlag wird dazu beitragen.

Kniehahn.

Störschutz am Rundfunk-Empfänger in der Praxis. Von H. Ike. 2. erw. u. verb. Aufl. Mit 40 Abb. i. Text u. 38 S. in 8°. Verlag Rothgießer & Diesing AG., Berlin 1932. Preis geh. 1 RM.

Die vorliegende Abhandlung will zu ihrem Teil dazu beitragen, das große Problem der Befreiung des Rundfunkempfangs von Störungen zu lösen. Die Abhandlung beschränkt sich dabei auf ein Sondergebiet, nämlich auf die Beseitigung der Störungen, die ihre Ursache in der Empfangsanlage selbst haben. Angesichts der schnellen und vielseitigen Entwicklung des Rundfunks und der großen Zahl der ihn behindernden elektrischen Anlagen und Geräte wird jedem Rundfunkhörer, der über Störungen des Rundfunkempfangs zu klagen hat, die vorliegende zweite verbesserte Auflage der Druckschrift willkommen sein. In Wort und Bild werden die hauptsächlichsten zur Zeit bekannten Maßnahmen und Mittel behandelt, mit denen eine Rundfunk-Empfangsanlage vor Störungen geschützt werden kann. Besondere Beachtung verdienen die Angaben über die Feststellung des Störwegs und die Ausführungen über die zweckmäßigste Anbringung der Antennen. Werden die vom Verfasser gegebenen Ratschläge und Prüfungen befolgt, so wird in vielen Fällen das Hinzuziehen der Funkhilfe nicht mehr nötig sein. Anderseits aber hat die Funkhilfe, wenn die Empfangsanlage selbst in Ordnung ist, ein leichteres Arbeiten. Störschutz am Rundfunkempfänger in der Praxis wird stets von den örtlichen Verhältnissen abhängen. Jeder muß seine Anlage bei Störungen kritisch betrachten, prüfen und verbessern. Hierbei soll das Büchlein helfen.

A. Schulle.

Die Relativitätstheorie (Bd. 14 v. Verständliche Wissenschaft). Von Prof. Dr. L. Hopf. Mit 30 Abb., VIII u. 148 S. in kl. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis geb. 4,80 RM.

Die große Bedeutung, welche die Relativitätstheorie nicht nur für die Physik, sondern für die kritische Sichtung naturwissenschaftlicher Erkenntnis überhaupt gewonnen hat, führt immer wieder zu Versuchen, ihren Inhalt ohne das mathematische Rüstzeug einem größeren Kreise verständlich zu machen. Die meisten dieser Versuche scheitern daran, daß die Verfasser mit den mathematischen auch die gedanklichen Schwierigkeiten umgehen wollen. Das vorliegende Buch macht eine rühmliche Ausnahme. Trotz des Verzichts auf mathematische Hilfsmittel gelingt es der Darstellungskunst des Verfassers, den Leser in einwandfreier zwingender Form in die Grundlagen der Theorie einzuführen und die Fragen, die erfahrungsgemäß dem Verständnis die größten Schwierigkeiten bereiten, zu klären. Ein bemerkenswert breiter Raum ist der allgemeinen Relativitätstheorie gewidmet. Selbst solche Probleme wie die Rotverschiebung der Spektrallinien oder der Zusammenhang zwischen Geometrie und Gravitationsfeld, die man in den meisten populären Darstellungen vergeblich suchen wird, werden verständlich gemacht. Dadurch ist es aber auch möglich, die Bedeutung der Relativitätstheorie für das physikalische Weltbild in das rechte Licht zu setzen. Ich möchte das Buch auch dem als Einführung empfehlen, der später die Theorie in ihrer mathematischen Formulierung durcharbeiten will; die Erfassung des physikalischen Sinns der mathematischen Rechnung wird ihm wesentlich erleichtert werden.

Bauer.

Betriebswissenschaft, Bau von Gießereianlagen, Nachträge. 2., erw. Aufl., Bd. 4 d. Handbuch der Eisen- u. Stahlgießerei. Von Prof. Dr.-Ing. C. Geiger unt. Mitarb. v. zahlr. Fachgelehrten. Mit 526 Abb. i. Text u. auf 5 Taf., IX u. 618 S. in 4°. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis. geb. 72 RM.

Mit dem Erscheinen dieses vierten Bandes ist das im Jahre 1925 in zweiter Auflage begonnene große Gießereihandbuch zum Abschluß gekommen. Nachdem in den ersten drei Bänden die Grundlagen, das Formen und Gießen, das Schmelzen und die Nebenbetriebe eingehend behandelt worden waren, bringt der Schlußband zunächst noch die für den Gießereifachmann wichtigsten Teilgebiete der Betriebswissenschaft, beginnend mit der Selbstkostenberechnung, in der der Aufbau der einzelnen Posten, Berechnungsmuster und die üblichen Berechnungsverfahren unter kritischer Stellungnahme dargelegt werden. Es folgen kürzere Abschnitte über Akkordwesen und Zeitstudien, über Selbstkostenverringerung, Bandarbeit, Normung im Gießereiwesen und über Unfallverhütung. Sodann ist ein umfangreicher Teil des Ban-

Digitized by Google

des mit zahlreichen Abbildungen der Anlage, dem Bau und der Einrichtung von Eisen- und Stahlgießereien gewidmet, und zum Schluß werden in Nachträgen die neueren Anschauungen über hochwertiges Gußeisen und über Formsand und Formsandprüfung, sowie Facharbeiter- und Lehrlingsfragen einschl. der Eignungsprüfung und Lehrlingsausbildung erörtert.

Wiederum sind alle Einzelkapitel von erfahrenen Fachleuten gründlich und größtenteils mustergültig bearbeitet worden. Die vom Herausgeber angestrebte Herausarbeitung der Verhältnisse nach dem neuesten Stande der wissenschaftlichen und praktischen Erkenntnisse dürfte nunmehr für das ganze Handbuch erreicht sein, nachdem der Schlußband insbesondere noch, wie auch in unserer Besprechung des vorhergehenden Bandes gewünscht, im Nachtrag einen wertvollen und umfassenden Überblick über den heutigen Stand des hochwertigen Gußeisens bringt. Die Ausstattung in Papier, Schrift und Abbildungen läßt, wie bei den vorigen Bänden, keinen Wunsch mehr offen.

Überblickt man zum Schluß nochmals das ganze vierbändige Werk, so darf man dem Herausgeber und seinen Mitarbeitern versichern, daß ihre Arbeit in erster Linie sowohl dem erfahrenen Gießereifachmann als auch dem Anfänger, in zweiter Linie aber auch dem Maschinenbauer und Elektrotechniker und schließlich nicht zum mindesten unserem ganzen deutschen Eisen- und Stahlgießereiwesen von größtem Nutzen sein wird. Sowohl das ganze Handbuch wie auch die einzelnen Bände können zur Anschaffung nur wärmstens empfohlen werden.

Schimpke.

Der gesetzliche Schutz der freien technisch-wissenschaftlichen Berufe. Von Dr. K. Klein. Mit 140 S. in 8°. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1933. Preis geh. 3,60 RM.

Der Verfasser tritt in dieser Kampfschrift sehr beredt und fesselnd für die Lebensfragen der freien technischen Berufe, so z. B. der Zivilingenieure, Architekten und technischen Sachverständigen ein. Er behandelt vor allem zwei alte Forderungen dieser Berufe, nämlich erstens nach gesetzlichem Schutz der Berufsbezeichnungen und zweitens nach technischen Berufskammern, wie sie für andere freie Berufe, z. B. für Ärzte und Rechtsanwälte, schon bestehen. Der Kampf um diese Forderungen und sein jetziger Stand werden sehr gründlich und vollständig an Verlautbarungen technischer Verbände und Behörden und namhafter Techniker, die zum großen Teil im Wortlaut wiedergegeben sind, vor Augen geführt, so daß die Bestrebungen und die Widerstände klar zutage treten. Der Verfasser zeigt, wie sich das Fehlen einer Berufsvertretung für die freien Berufe schädlich auswirkt, so für die Rechte der technischen Sachverständigen, die Bewertung der Techniker durch die Behörden, die Besteuerung der in freien Berufen tätigen Techniker und ihren Schutz gegen unlauteren Wettbewerb. Zur Vertretung dieser Interessen hat sich durch Zusammenschluß einer Reihe bereits bestehender technischer Fach- und Berufsverbände der „Reichsverband der freien technischen Berufe Deutschlands" in Frankfurt a. M. gebildet, dessen Vorsitzender der Verfasser ist. Der Verband will unter Ausschaltung aller hemmenden Eifersüchteleien zwischen den einzelnen Fachrichtungen die geseinsamen Berufs-, Standes- und Wirtschaftsinteressen pflegen und fördern, er ist in Verfolg dieser Aufgabe bereits mit mehreren Eingaben an die gesetzgebenden Körperschaften herangetreten. Aus einem Vortrage des Verfassers vor diesem Verbande ist die Schrift entstanden. Sie enthält wertvolles Material und wichtige Anregungen für alle, die an den Standes- und Berufsfragen der Techniker interessiert sind.

Kahle.

Eingegangene Doktordissertationen.

Alfred Engelmann, Über die Bestimmung der lichtelektrischen Grenzwellenlänge am Rhenium. T. H. Dresden 1933. Sonderdr. aus Ann. Physik 5. Folge, Bd. 17, H. 2, 1933. Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig.

Franz v. Orbán, Schroteffekt und Wärmegeräusch im Photozellenverstärker. T. H. Dresden 1933. Sonderdr. aus Z. techn. Physik Bd. 13, H. 9, 1932 und Bd. 14, H. 4, 1933. Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig.

Otto Schiele, Diagramme der kompensierten Maschinen. T. H. Dresden 1932.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Der elektrotechnische Außenhandel Schwedens 1932. — Die Rückwirkung der Krise auf den elektrotechnischen Außenhandel Schwedens ist in der Handelsstatistik vom Jahr 1932 deutlich zu erkennen. Mengenmäßig verringerte sich die elektrotechnische Ausfuhr von 13 565 auf 10 770 t, mithin um 2795 t (20,5 %), die Einfuhr von 16 244 auf 10 360 t oder um 5884 t (36 %). Darunter ist die elektrotechnische Einfuhr aus Deutschland von 11 865 auf 6939, d. h. um 4926 t (41,5 %) zurückgegangen. Von der gesamten schwedischen Einfuhr im Jahre 1932, welche zu 29,32 % aus Deutschland kam, beträgt der wertmäßige Anteil der Elektrotechnik nur 2,9 %. Von dem Elektroimport ist dagegen der Anteil Deutschlands 63,7 %. Die Gesamtausfuhr wurde im Jahre mit 729 Mill RM bewertet, worin die elektrotechnischen Erzeugnisse mit etwa 3,62 % vertreten sind. Gegenüber dem Vorjahr ging die Einfuhr aus Deutschland von Akkumulatoren, Fächern, Staubsaugern, Heizgeräten, Spezialapparaten, Porzellanisolatoren und Kabeln stark zurück, wogegen die Einfuhr von Kohleelektroden fast unverändert blieb. Die Änderungen in der Ausfuhr berühren besonders Staubsauger, Telegraph- und Telephonapparate, sowie isolierte Kabel und Drähte. Eine Übersicht über die verschiedenen Warengruppen ist in der Zahlentafel 1 enthalten. *Hldn.*

Zahlentafel 1.

Erzeugnisse	Einfuhr insgesamt t	Einfuhr insgesamt 1000 RM[1]	Einfuhr aus Deutschland t	Einfuhr aus Deutschland 1000 RM	Ausfuhr t	Ausfuhr 1000 RM
Generatoren, Motoren, Transformatoren	692	2 230	573	176	6 139	7 968
Teile von Generatoren, Motoren usw.	48	317	27	244	507	1 624
Akkumulatoren	1 224	1 013	925	676	650	1 284
Galvanische Elemente	1 393	1 846	595	828	5	8
Schalttafeln, Sicherungen, Anlasser, Regler	411	1 194	360	952	607	1 321
Schalter, Lampenfassungen	420	1 745	378	1 505	193	368
Meßinstrumente, Zähler	137	1 385	125	1 199	9	73
Elektrische Lampen	155	1 591	138	994	56	836
Fächer, Staubsauger, Bohner, Polier- und Schleifmotoren	160	1 104	81	579	519	4 065
Härteöfen, Heizgeräte	65	214	29	147	43	82
Elektrische Spezialapparate	998	9 683	600	5 335	193	1 562
Elektrische Lokomotiven	—	—	—	—	—	—
Telephon- und Telegraphenapparate	4	100	3	55	439	5 482
Elektrotechnische Kohlen	2 323	1 400	982	396	100	177
Isolierrohr	351	176	350	176	1	1
Porzellanisolatoren	166	287	123	260	46	64
Isolierte Drähte und Kabel	1 803	1 500	1 650	1 313	1 263	1 408
	10 350	25 785	6 939	16 419	10 770	26 433

[1] 1 RM = 1,30 Kr.

Aus der Geschäftswelt. — In das Handelsregister wurden eingetragen: Hanseatische Elektrobau-Gesellschaft m. b. H., Bremen (20 000 RM): Herstellung elektrischer Licht- und Kraftanlagen, Bau von Schaltanlagen und Kabelgarnituren, Bauausführung von Hoch- und Niederspannungsanlagen und Kabelnetzen sowie Handel mit sämtlichen elektrotechnischen Maschinen, Apparaten und Materialien; Speicherkraftwerk Egg G. m. b. H., Säckingen (30 000 RM): Übernahme und Verwertung der Konzession für die Errichtung und den Betrieb des Speicherkraftwerks Egg; Tempo Radio-Elektro-Großhandlung G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Großhandel mit elektrotechnischen Artikeln aller Art sowie mit Radioapparaten; Braun Radio Gesellschaft m. b. H., Frankfurt a. M. (20 000 RM): Herstellung und Vertrieb von Rundfunkapparaten und elektrotechnischen Artikeln; Aron Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H., Berlin (20 000 RM): Vertrieb und Herstellung elektrischer und mechanischer Apparate; Mihaly-Fernseh-Apparate G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Entwicklung des Fernsehverfahrens nach dem Mihaly-System, Herstellung und Vertrieb von Fernsehapparaten.

Abschluß des Heftes: 8. September 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Einphasen-Anwurfmotoren zum Anschluß an die Lichtleitung.

Mitteilung der AEG.

In jüngster Zeit hat eine ständig wachsende Nachfrage nach kleinen Antriebsmotoren eingesetzt,

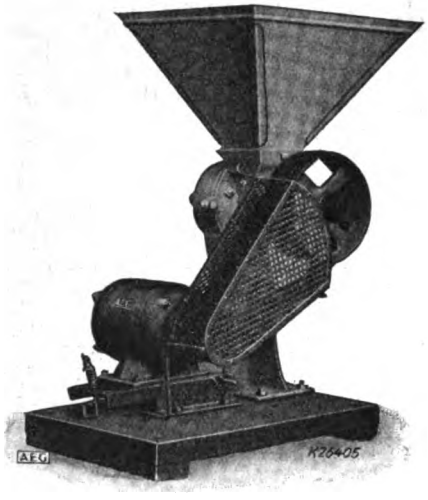


Abb. 1. Schrotmühle mit Anwurfmotor 1 PS.

die an die vorhandenen Lichtleitungen angeschlossen werden können. Da solche Motoren

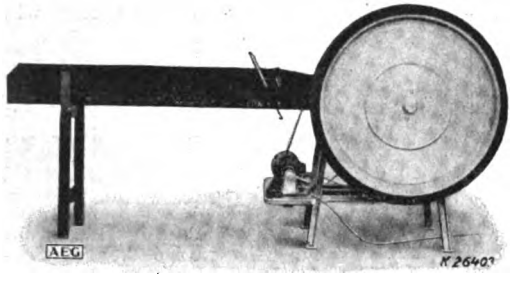


Abb. 2. Häckselmaschine mit Anwurfmotor 1 PS.

meist in Laienhände kommen, ist eine Ausführung zu wählen, die an Wartung und Bedienung möglichst geringe Ansprüche stellt.

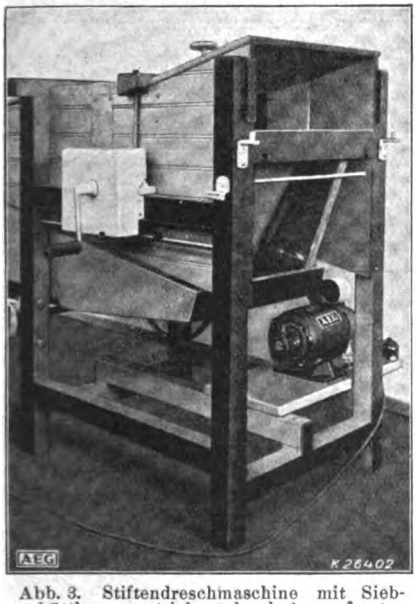


Abb. 3. Stiftendreschmaschine mit Siebschüttler, angetrieben durch Anwurfmotor 1,2 PS mit Andrehvorrichtung.

Besonders geeignet für solche Zwecke sind die von der AEG neu herausgebrachten Einphasen-Anwurfmotoren, die dieselbe einfache Bauart aufweisen wie gewöhnliche Drehstrom-Kurzschlußankermotoren. Sie haben wie diese keinerlei Schleifringe, Bürsten, Kollektoren oder sonstige dem Verschleiß unterliegenden Teile und sind somit praktisch unverwüstlich. Allerdings laufen die Einphasen-Anwurfmotoren nicht selbständig an, sondern müssen, wie der Name sagt, durch Drehen an der Riemenscheibe der anzutreibenden Maschine oder durch Zug am Riemen angeworfen werden.

Abb. 1 zeigt eine Schrotmühle, Abb. 2 eine Häckselmaschine, die derart in Betrieb gesetzt werden. Handelt es sich um Antriebe mit größeren Schwungmassen, so wird eine besondere Andrehvorrichtung, eine Kurbel mit Ausklinkvorrichtung erforderlich. Mit solchen Andrehvorrichtungen sind z. B. die Stiftendreschmaschine mit Siebschüttler (Abb. 3) und die Milchzentrifuge (Abb. 4) ausgerüstet.

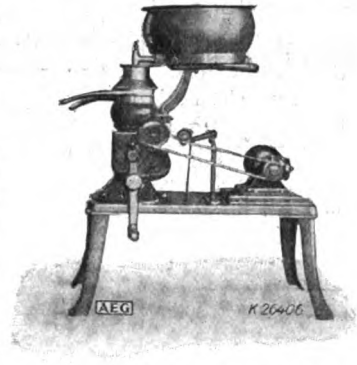


Abb. 4. Milchschleuder, angetrieben durch Anwurfmotor 0,25 PS mit Andrehvorrichtung.

Einphasen-Anwurfmotoren werden normal für Leistungen von 0,25 bis 1,4 PS gebaut. Die obere Leistungsgrenze ist so gewählt, daß die Motoren gerade noch an der Lichtleitung von Drehstrom-Verteilungsnetzen zwischen zwei Phasen bzw. zwischen einer Phase und dem Nulleiter Verwendung finden können. Die Absicherung hat durch einen Elfa-Automaten zu erfolgen, der bei nicht sachgemäßer Bedienung (Einschalten ohne Andrehen des Motors) oder Ueberlastung den Motor so rechtzeitig vom Netz abtrennt, daß er keinen Schaden nehmen kann.

Abb. 5. Einphasen-Anwurfmotor 0,5 PS, 1400 U/min, spritzwassergeschützt.

Die Anwurfmotoren werden für Leistungen bis 0,75 PS normal in spritzwassergeschützter Ausführung (Abb. 5), für Leistungen von 1 und 1,4 PS normalerweise tropfwassergeschützt (Abb. 6) geliefert. Auf Wunsch können auch die größeren Motoren mit Spritzwasserschutz ausgerüstet werden.

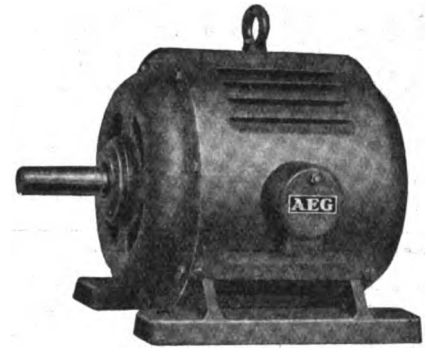


Abb. 6. Einphasen-Anwurfmotor 1 PS, 1500 U/min, tropfwassergeschützt.

Die Einphasen-Anwurfmotoren sind wesentlich, und zwar bis zu 50 % billiger als sonstige Einphasenmotoren mit Fliehkraftschalter oder Kollektor; außerdem bedingen sie auch erheblich geringere Installationskosten als Drehstrommotoren, weil keine besondere Kraftleitung und kein Kraftstromzähler vorgesehen zu werden braucht. Die Motoren sind überall verwendbar, ausgenommen automatische Betriebe, wie selbständig arbeitende Hauswasserversorgungsanlagen usw., bei denen ein Andrehen von Hand nicht in Frage kommt.

Digitized by Google

Dipl.-Ing.
sucht Anfangsstellung, auch als Prakt. f. Hochfrequenz. Ang. unter **E. 3627** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Ingenieur
30 J., Ar., sucht Stellung; **Erfahrung in Glühlampen und Gasentladungsröhren.** Näh. u. **E. 3618** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

El.-Ing.,
27 Jahre, 3 Jahre Lehre El.-Inst. u. Ankerwickl., Techn. Mittweida „gut", 2½ J. Büro-, 2 J. Montageprax., sucht Stellg. Off. u. **E. 3626** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erb.

Chef-Ing.
in ungekündigter Auslandsstellung, Dr.-Ing., Arier, 28 J., Starkstrom, Spez. Elektro-Oefen, guter Kaufmann und Organisator, englisch u. russisch fließend, sucht ab 1. Januar 1934 techn. oder kaufmännische Dauerstellung bei deutschem Unternehmen im In- oder Ausland.
Gefl. Off. unt. **E. 3629** a. d. Anzeig.-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Physiker
Arier, m. Ia Ref., **erfolgr. Konstrukteur,** sucht Verb. m. **Elektrofabrik.** Beratung, Einführg. neuer Artikel. Zuschr. unter **E. 3625** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9, erb.

Revisor
tüchtige Kraft, mit guter Vorbildung, für dauernde Stellung von großem Unternehmen ges. Fachkenntnisse auf dem Gebiete der Energieversorgung erwünscht, jedoch nicht Bedingung. Bewerbg. m. Bild und Zeugnissen unter **M. L. 939** an **Annonc.-Exped. Invalidendank, Berlin W 35.** [3617]

Bekannte Apparatefabrik, die **Flachbahn- u. Selbstanlasser, Schütze, Motorschutzschalter, Verteilungsanlagen, Apparate für Pumpen, Aufzüge, Krane sowie Maschinen aller Art** herstellt, **ferner Hochspannungsapparate,** sucht erfahrenen, energischen
technischen Direktor.
Nur eine erste Kraft, die auf besondere Leistungen hinzuweisen vermag, kommt in Betracht.
Bewerbungsschreiben mit Lichtbild, Altersangabe sind zu richten unter **E. 3628** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Betriebsassistent
zur Unterstützung d. Abteilungsleiters, für Fabrikation von **Radiowiderständen** gesucht. Prakt. Erfahrungen Bedingung.
Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co.
Aktiengesellschaft
Selb i. Bayern. [3619]

Kabelwerk sucht
zum baldigen Eintritt tüchtigen
Auslandskorrespondenten
Herren mit längerer Praxis (mögl. aus der Kabelbranche) und umfangreichen Sprachkenntnissen (span., franz., engl. perfekt) wollen ausführliche Bewerbung mit Lichtbild und Gehaltsansprüchen senden unter **F. 3621** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Kaufmann
nicht über 22 Jahre, mit guter kfm. Allgemeinbildung von elektr. Spezialfabrik, insbes. für Spedition (In- u. Ausland), sofort gesucht. Ausführliche Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften u. Gehaltsansprüchen unter **N. G. S. 480** an **Ala Haasenstein & Vogler, Nürnberg I.** [3620]

Wir suchen für unsere Elektrizitätswerke als Vertreter des Kabelnetz-Abteilungsvorstandes einen Kabelspezialisten
Elektroingenieur (Dipl.-Ing.)
mit langjährigen Erfahrungen und gründlichen Kenntnissen auf dem Gebiete der Kabel- und Meßtechnik.
In Frage kommen nur deutschstämmige Bewerber, die den Bestimmungen des Gesetzes zur Wiederherstellung des Berufsbeamtentums vom 7. 4. 33 entsprechen.
Die Anstellung erfolgt auf Privatdienstvertrag.
Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Angabe von Referenzen und der Gehaltsansprüche sind bis zum 30. Sept. d. Js. einzureichen an [3624]
Betriebsamt — Personalabteilung,
Leipzig C 1, Ritterstr. 28 II.

Übernehme noch die Vertretung
einer leistungsfähigen größeren Fabrik der Maschinen- od. Elektrobranche f. Groß-Berlin. Reise in eigenem Wagen. Angebote erbet. unt. **E. 3623** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Das Deutsche Reichspatent Nr. 504 735 betr. **„Verfahren zum Austausch von Trägermasten für elektrische Leitungen"** ist zu verkaufen. Evtl. werden Lizenzen vergeben. Anfragen sind unt. **E. 3622** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, zu richten.

Welche **Elektro-Spezialfabrik** will sich unsere
Absatz-organisation
(festangestellte Reiseingenieure der Meßtechnik, welche die gesamten Elektrizitätswerke Deutschlands bearbeiten) zunutze machen?
Angebote unter **E. 3605** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Staatliche Hochschule
für angewandte Technik
Köthen (Anhalt)
Allgem. Maschinenbau. Automobil- u. Flugzeugbau. Stahlkonstrukt. Gastechnik. Stahlbau u. Eisenbetonbau. Verkehrswege u. Tiefbau. Allgem. Elektrotechn. Fernmeldetechn. Hochfrequenzt. Keramik, Zement- u. Glastechn. Eisenemailliertechnik. Papiertechnik. Techn. Chemie. — Vorlesungsverzeichnis kostenlos.

Zähler-Regale
für sachgemäße, **hängende** und dabei übersichtlich geordnete Aufbewahrung von elektr. Zählern. Kein Öl kann aus dem Uhrmechanismus herausfließen, fast 100%ige Raumausnützung, weil verstellbar für alle Zählertypen. Langjährig erprobte Spezialausführung. Die Zähler sind jederzeit gebrauchsfertig.
Wolf Netter & Jacobi-Werke
Bühl i. Baden
1833 — 100 Jahre — 1933

Scheinwerfer
und sämtliche Bühnenbeleuchtungsapparate
Emil Niethammer Stuttgart-W
Elektrotechnische Fabrik Rosenbergstr. 16/18

Bei der Schriftleitung der „ETZ" eingegangen:

Bücher.

La Evoluo de la Telefonio. Von Ir. J. R. G. Isbrücker. Nr. 21—22 der Biblioteko Tutmonda. Mit 24 Abb. u. 48 S. in kl. 8°. Verlag Friedr. Ellersiek G. m. b. H., Berlin 1928. Preis geh. 1 RM.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 21. September 1933** **Heft 38**

Die elektrischen Anlagen der neuen Kohlenwäsche der Harpener Bergbau AG. in Recklinghausen.

Von Obering. **Konrad Abel**, Dortmund.

Übersicht. Es werden die Gesichtspunkte für die zweckmäßige Planung einer Stromverteilungsanlage einer neuzeitlichen Kohlenwäsche dargelegt und insbesondere die Verwendung von ferngesteuerten Schaltgeräten eingehend erörtert.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß der Elektrotechniker bei Einführung der Elektrizität in Bergbau und Hüttenbetriebe anfänglich große Schwierigkeiten zu überwinden hatte. Für ihn galt es nicht nur, bauliche Schwierigkeiten aus dem Wege zu räumen, sondern auch, gegen alte festgewurzelte Anschauungen anzukämpfen, was für ihn eine genaue Kenntnis der ihm zunächst wesensfremden technologischen Zusammenhänge zur Voraussetzung hatte. Es darf daher auch nicht verwunderlich erscheinen, wenn man heute einen recht vielgestaltigen Aufbau der elektrischen Einrichtungen feststellen kann, der leicht den Eindruck einer verwirrenden Ansammlung von Geräten und Instrumenten erweckt und eine gewisse Einheitlichkeit vermissen läßt.

Um so mehr ist es zu begrüßen, daß die Harpener Bergbau AG. bei der Projektierung ihrer neuen Zentralkohlenwäsche in Recklinghausen auch die berechtigten Wünsche des Elektrotechnikers von vornherein grundsätzlich anerkannte und seine besonderen Bedürfnisse in die anderer Fachrichtungen als gleich wichtig einreihte. Da die Anlage bereits vor etwa 2 Jahren in Betrieb genommen worden ist, verlohnt es sich, über den von der Firma Elektromotorenwerk „Glück-Auf", Hugo Miebach, Dortmund, ausgeführten elektrischen Teil zu berichten und die bei der Projektierung maßgebenden Richtlinien einem größeren Fachkreis bekanntzugeben.

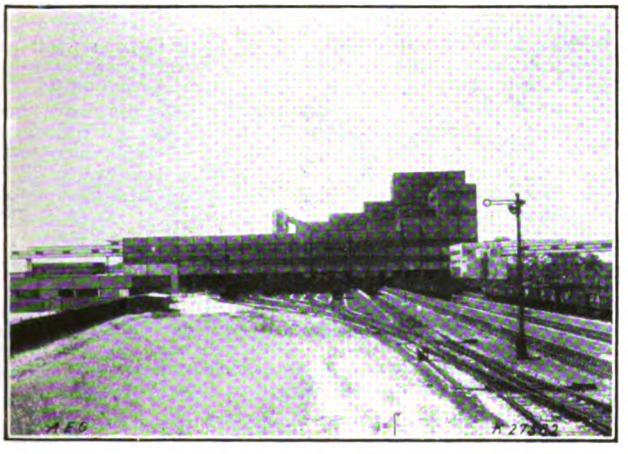


Abb. 1. Gesamtansicht der neuen Kohlenaufbereitung mit dem Schalthaus im Vordergrunde rechts.

Die gesamte Anlage, die rd. 5300 m² Bodenfläche bedeckt und stündlich 250 t Fettkohle und 125 t Gasflammkohle aufbereitet, zergliedert sich in zwei rechtwinklig aneinandergefügte Bauten, von denen der eine die Verladeanlage mit der Zentralsieberei aufnimmt und in Abb. 1 zu sehen ist. In der gleichen Abbildung ist an der rechten Ecke auch der Bergeturm zu sehen. Der zu dem Bergeturm gehörende Bergeaufzug, dem das Versatzmaterial mittels einer Kipperanlage durch Waggons zugeführt wird, fördert 120 t/h. In die Verladeanlage mündet auch der 13 Gleise umfassende Bahnhof ein. Er ist oval angelegt und steht sowohl mit der Reichsbahn als auch mit dem Rhein-Herne-Kanal in Verbindung. Die gesamte Gleislänge beträgt rd. 9700 m ohne Weichen, die von dem Bahnhof umschlossene Fläche rd. 350 000 m². Die Errichtung des Werkhafens erforderte eine Erdbewegung von rd. 132 000 m³. Er ist rd. 400 m lang und bedeckt eine Gesamtfläche von 22 000 m², so daß 4 Schiffe gleichzeitig anlegen können. Der am Hafen liegende Kohlenstapelplatz gestattet die Lagerung von 300 000 t Kohle.

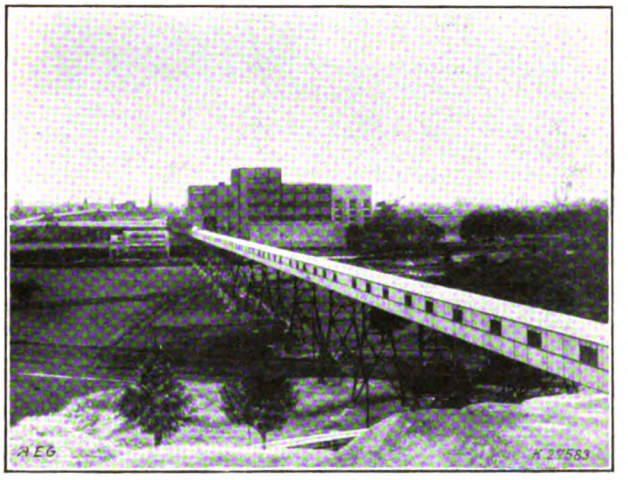


Abb. 2. Blick vom Schacht Recklinghausen II auf die Zentralaufbereitung und die beiden Kettenbahnen.

Der bemerkenswerteste Teil der Verladeanlage sind die beiden in dieser Anlage auslaufenden Förderbrücken mit den zweigleisigen Oberkettenbahnen, die die von den Zechen Recklinghausen II und Julia geförderten Kohlen den Kreiselwippern zuführen. Die von Recklinghausen kommende Oberkettenbahnbrücke hat eine Länge von 771 m. Sie setzt 590 Wagen/h mit einer Nutzlast von je 660 kg Kohle in Umlauf und befördert die entsprechende Menge Versatzmaterial und Leerwagen von der Verladeanlage zum Schacht. Bei einer Geschwindigkeit von 1,4 m/s beträgt der Wagenabstand 8,55 m. Für die mit der Zeche Julia in Verbindung stehende Oberkettenbahn gelten bei einer Gesamtlänge von 1623 m die gleichen Leistungsdaten. Abb. 2 zeigt die Zentralaufbereitung, von der Zeche Recklinghausen II aus gesehen, mit den beiden Förderbrücken, die zur Zeit als die längsten des Kontinents angesehen werden können. Sie sind vollständig in Stahlkonstruktion errichtet und mit Eternitplatten abgedeckt. Einen Blick in das Innere einer Förderbrücke zeigt Abb. 3.

Der Antrieb der Oberketten erfolgt mit Hilfe von elektrischen Motoren mit einer Leistung von je 102 PS, von denen einer in Abb. 4 zu sehen ist. Für die von der Zeche Julia kommende Oberkettenbahn sind 2 Ketten mit je 1 Motor vorgesehen, während die von der Zeche Recklinghausen II kommende Oberkettenbahn nur mit einer Kette und einem Motor ausgestattet ist. Die Inbetriebsetzung der Kettenbahnmotoren ist von Verriegelungen der einzel-

Digitized by Google

nen Voll-, Leer- und Ablaufkettenbahnen abhängig. Da sowohl für die von Recklinghausen ankommende Oberkettenbahn in der Zentralsieberei als auch für beide Förderbrücken innerhalb der Hängebänke Unterkettenbahnen mit getrennten Antrieben erforderlich waren, mußten ziemlich umfangreiche elektrische Verriegelungen der zugehörigen Schaltgeräte vorgenommen werden, um ein Aufeinanderlaufen der Wagen an den Übergabestellen zu ver-

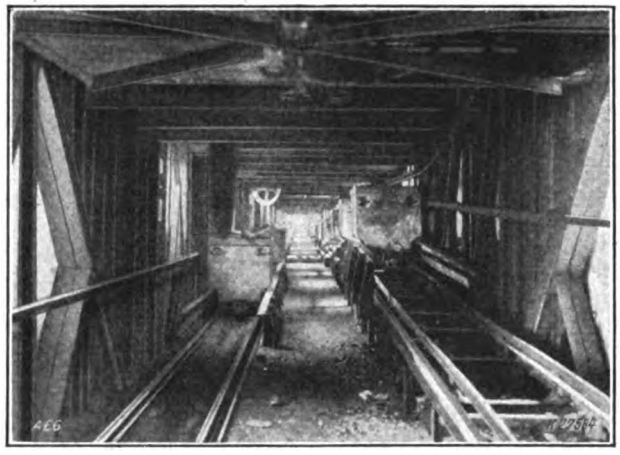


Abb. 3. Innenansicht einer Kettenbahn.

meiden. Außerdem sind auf beiden Förderbrücken in bestimmten Abständen Zugkontakte angebracht, durch die die Aufsichtsperson die sofortige Stillsetzung der gesamten Förderanlagen durchführen kann. Zu erwähnen sind weiterhin die elektrischen Aufschiebevorrichtungen an den beiden Schächten, die die Wagen von den Förderkörben auf die Gleise des Wagenumlaufs drücken. Die von dem Wagenumlauf an die Doppelkreiselwipper (Abb. 5) abgegebenen Wagen werden in die Sieberei entleert. Die Normalleistung eines Wippers beträgt 7 Wagen/min.

Von der Sieberei werden die Kohlen mit Hilfe von Transportbändern u. U. unter Zwischenschaltung eines Rohkohlenturmes der Wäsche zugeführt, die im zweiten Bau untergebracht ist. Die beiden Waschkohlenbunker fassen 1850 t Fettkohle bzw. 1150 t Gasflammkohle, insgesamt also 3000 t. Von den zugehörigen Transportbändern befördert das eine innerhalb einer Stunde 250 t Fettkohle und das andere 125 t Gasflammkohle. Die gleichen Leistungsdaten gelten auch für die beiden Waschsysteme. Auf Einzelheiten der Wäsche soll hier nicht weiter eingegangen werden. Erwähnt sei nur noch, daß die in der Wäsche ausgewaschene Feinkohle mit Hilfe eines Transportbandes, welches 250 t/h befördern kann, einem besonderen Feinkohlenturm zugeführt wird, der in dem freien Raum zwischen den beiden Hauptgebäuden untergebracht ist. Seine Bunker haben ein Fassungsvermögen von 1800 t Fettkohle und 1200 t Gasflammkohle. Da die Feinkohle in erster Linie für den Schiffstransport in Betracht kommt, hat man, vom Feinkohlenturm ausgehend, 2 hintereinanderliegende, in geschlossenen Brücken untergebrachte Gummitransportbänder geschaffen, welche die Kohle über ein weiteres Verladeband dem 450 m entfernt liegenden Hafen zuzuführen haben. Diese Transportbänder können 200 t/h Feinkohle befördern.

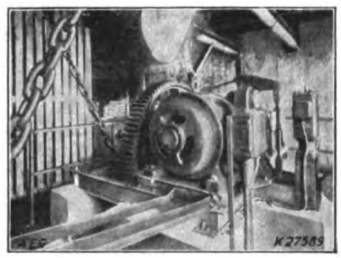


Abb. 4. Antriebsmotor für die Kettenbahn mit Betätigungsdruckknöpfen und Strommesser.

Aus den oben gemachten Ausführungen ist zu ersehen, daß sich die Stromversorgung bei der Eigenart des Kohlenwäschebetriebes in erster Linie auf die Versorgung elektromotorischer Antriebe beschränkt. Die Gesamtleistung der rd. 200 installierten Motoren beträgt rd. 4500 PS. Daraus ergibt sich ohne weiteres ein weit verzweigtes Kabelnetz, dessen Ausläufer von Unterverteilungen mit Strom versorgt werden. Maßgebend für die Bemessung der Kabelquerschnitte und den Grad der Aufteilung des gesamten Kabelnetzes war das Ergebnis einer genauen Durchrechnung der Kurzschlußverhältnisse. Die durch die räumlichen Verhältnisse gegebene Aufteilung des Kabelnetzes ergab verhältnismäßig günstige Widerstandswerte, so daß im Kurzschlußfalle Ströme zu erwarten sind, die ohne Gefahr für den Gesamtbetrieb von den vorgesehenen Leistungschaltern abgeschaltet werden können. Da auch innerhalb der Haupt-Niederspannungs-Schaltanlage eine weitgehende Aufteilung der Sammelschienensysteme vorgenommen wurde, war der Einbau von Reaktanzen und sonstigen Dämpfungswiderständen überflüssig.

Für die Errichtung des Schalthauses, in welchem sowohl die Hoch- als auch die Haupt-Niederspannungsverteilung untergebracht worden sind, waren folgende Gesichtspunkte maßgebend:

1. Im Interesse unbedingter Betriebsicherheit weitgehende Unterteilung der gesamten Schaltanlage bei zweckentsprechender Raumaufteilung des Schalthauses;
2. zum Schutze des häufig wechselnden Personals Verwendung von hochwertigen, indirekt betätigten Schaltgeräten;
3. für die Aufstellung der Ölschalter und Transformatoren Schaffung besonderer Kammern, die unmittelbar ins Freie führen;
4. Anordnung von Doppelsammelschienen-Systemen sowohl für die Hoch- als auch für die Niederspannungs-Schaltanlage, um bei Störungen die Stromversorgung sicherstellen zu können;
5. sichtbare Anordnung der Trennschalter;
6. übersichtliche Anordnung der Meß- und sonstigen Überwachungsgeräte.

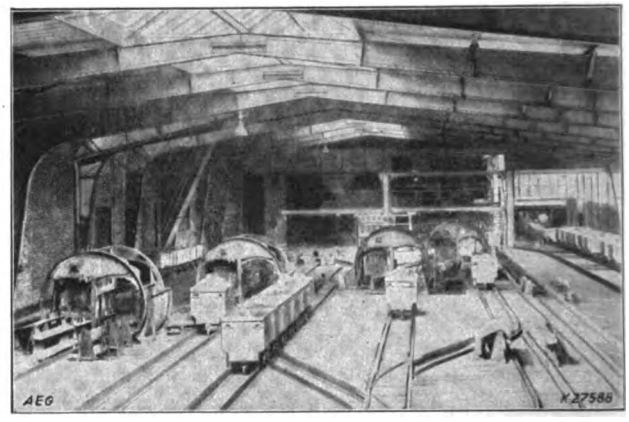


Abb. 5. Kreiselwipper zum Entleeren der Wagen.

Das Schalthaus ist mit seiner Längsachse der Verladehalle senkrecht vorgebaut. Es gliedert sich in zwei ausgebaute Stockwerke und ein niedrig gehaltenes Zwischenstockwerk. In dem unteren Stockwerk ist die Hochspannungs-Schaltanlage einschließlich Transformatoren untergebracht, während das obere Stockwerk zur Aufnahme der Niederspannungs-Schaltanlage dient. Der Zwischenstock dient als Kabelbühne für sämtliche Niederspannungskabel, die von dort aus über eine Kabelbrücke den einzelnen Unterverteilungen zugeführt werden. Das Dach des Kabelkanals dient gleichzeitig als Verbindungsbrücke zwischen Schalthaus und Kohlenwäsche, so daß es ohne Schwierigkeiten möglich ist, das Schalthaus über diese Brücke auf dem kürzesten Wege von der Kohlenwäsche aus zu erreichen. Ölschalter und Transformatoren sind einzeln in besonderen Zellen untergebracht, die von außen zugänglich sind. Der An- und Abtransport läßt sich in einfachster Weise mittels Waggons durchführen.

Der Strom wird einem Doppelsammelschienen-System mit Hilfe von 2 Kabeln über Trennschalter und Ölschalter unter einer Spannung von 5000 V zugeführt. Zwischen Ölschalter und Sammelschienen angeordnete Trennschalter gestatten, daß der Strom jedes Kabels entweder dem einen oder dem anderen Sammelschienensystem zugeführt wird. In der gleichen Weise sind auch die Zuleitungen für die Transformatoren durchgebildet, so daß bei Störungen irgendwelcher Art stets eine Umschaltung vorgenommen werden kann, die die Stromlieferung unter allen Umständen sicherstellt. Einen Blick in den Hochspannungschaltraum mit Schaltgeräten, Fabrikat SSW, vermittelt Abb. 6. Auf den links und rechts angeordneten Tafeln sind die Betätigungsgeräte für die Öl- und Trennschalter angeordnet, zu denen auch Ölschalter mit Motorantrieb für

Digitized by Google

größere Hochspannungsmotoren gehören. Entsprechende Reservefelder sind vorhanden. Weiterhin sind auf den Tafeln die Meßgeräte untergebracht. Zu beachten ist, daß die Sammelschienen einschließlich des zu jedem Abzweig gehörenden Trennschalters erhöht und sichtbar untergebracht sind, so daß man sich zu jeder Zeit davon überzeugen kann, wie der Stromverlauf erfolgt. Unmittelbar hinter den Trennschaltern befindet sich ein Laufgang, der vom Treppenhaus aus zugänglich ist und die

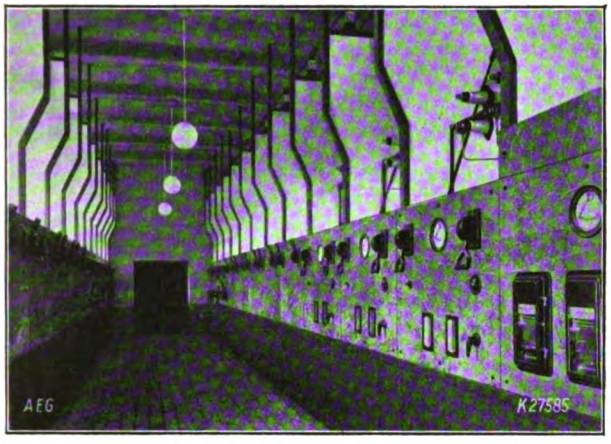


Abb. 6. Blick in die Hochspannungs-Schaltanlage.

Trennschalter zu überwachen gestattet. Vorgesehen sind zunächst 3 Transformatoren für je 1250 kVA, die den Strom unter einer Spannung von 380 V an die Niederspannungs-Sammelschienen abgeben. Platz für einen Reservetransformator ist bereits vorhanden. Die Transformatorenkammern liegen unmittelbar am Haupteingang des Schalthauses. Der Strom wird den Niederspannungs-Sammelschienen mit Hilfe von Kupferschienen zugeführt, die durch den Zwischenstock hindurchgeleitet worden sind. Die zu den Hauptzuleitungen gehörenden Trennschalter für 3000 A Nennstrom hat man in besonderen Zellen untergebracht. Es besteht die Möglichkeit, selbst bei 4 Transformatoren jeden Transformator einzeln zur Stromversorgung heranzuziehen, so daß die Kurzschlußströme auf ein Minimum beschränkt bleiben.

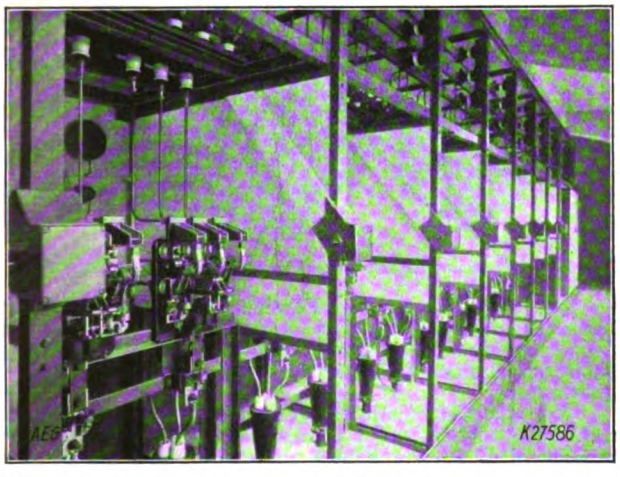


Abb. 7. Rückseite des rechten Flügels der Niederspannungs-Hauptverteilung.

Der Aufbau der Niederspannungs-Schaltanlage ist in ähnlicher Weise erfolgt wie bei der Hochspannungs-Schaltanlage. Auf den zu beiden Seiten des Mittelganges angeordneten Schalttafeln sind die Betätigungsgeräte für die Abzweigschalter und die zugehörigen Meßgeräte untergebracht. Je zwei Abzweigschalter sind in einer besonderen Zelle (Abb. 7) auf einem gemeinsamen Gerüst befestigt. Die Stromzuführung erfolgt über Trennumschalter von den weiter oberhalb sichtbaren Sammelschienen, während die Ableitung mit Hilfe von Kabeln erfolgt, die unterhalb der Selbstschalter in den Kabelraum führen. Die Trennumschalter ermöglichen die Speisung entweder durch das eine oder das andere Sammelschienensystem, so daß im Störungsfalle nur mit ganz kurzzeitigen Unterbrechungen zu rechnen ist, weil stets eine zweckentsprechende Umschaltung vorgenommen werden kann.

Neuartig sind die Antriebe der Trennumschalter, die in Abb. 7 ebenfalls sichtbar sind. Der Trennumschalter wird durch ein aufsteckbares Handrad und mittels einer Kette, die auf der Seitenwand der Zelle verdeckt angeordnet ist, betätigt. Innerhalb des Antriebes selbst ist eine Kegelradübersetzung untergebracht, die ein sehr leichtes und dabei doch sicheres Bedienen des Trennumschalters gestattet.

In dem Niederspannungs-Schaltraum ist eine Überwachungstafel (Abb. 8) untergebracht. Durch Sonderrelais wird die Stellung der Hoch- und Niederspannungschalter sowie der Buchholzrelais usw. angezeigt. Beim Auslösen eines Schalters spricht das zugehörige Relais an. Gleichzeitig ertönt eine Hupe, die durch den jedem Relais zugeordneten Druckknopf abgestellt werden kann, während das Relais selbst seine Alarmstellung so lange beibehält, bis die Störung beseitigt und der Schalter wieder eingelegt ist, worauf das Relais selbsttätig in seine Ruhestellung zurückgeht.

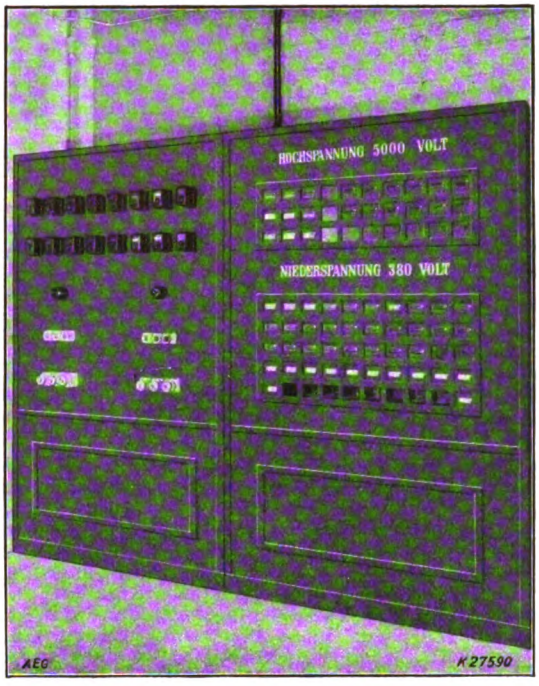


Abb. 8. Überwachungs-Relaistafel.

Wie schon erwähnt wurde, werden die einzelnen Ausläufer des Kabelnetzes von Unterverteilungen mit Strom versorgt. Mit Rücksicht auf die außerordentlich schwierigen Betriebsverhältnisse konnte für die Errichtung der Unterverteilungen nur hochwertiges, u. zw. gußgekapseltes Schaltmaterial in Frage kommen. Eine derartige Schaltanlage ist in Abb. 9 zu sehen. Charakteristisch bei derartigen Anlagen ist das durchgehende Sammelschienensystem, von dem aus alle Abzweige über entsprechende Selbstschalter mit Strom versorgt werden. Die Auswahl der letzteren bedurfte einiger grundsätzlicher Überlegungen, auf die näher eingegangen werden soll, weil sie für die Ausführung solcher Installationen richtunggebend geworden sind.

Zunächst mußte die Frage erörtert werden, ob für den Schutz der angeschlossenen Motoren Schalter mit Hand- oder Fernbetätigung verwendet werden sollten; da vorzugsweise Kurzschlußläufer zur Aufstellung gelangt sind, entschied man sich für Fernschalter mit hoher Abschaltleistung. Für den Bau der mit solchen Schaltern zusammengestellten ferngesteuerten Verteilungsanlagen waren kurz folgende Gesichtspunkte maßgebend:

1. Einfachheit und Übersichtlichkeit des elektrischen Verteilungsnetzes;
2. leichte Auffindbarkeit eines entstandenen Fehlers und dessen schnelle Beseitigung;
3. Vermeidung unnötiger Trennstellen als Fehlerquellen;
4. Personalersparnis;
5. Steigerung der Geschwindigkeit der nacheinander vorzunehmenden Schaltungen;

Digitized by Google

6. gute Auswahlmöglichkeit des Aufstellungsortes mit Rücksicht auf Sauberkeit, Staubfreiheit, Temperaturverhältnisse, Explosionsgefährlichkeit usw. im Gegensatz zu dem in der Nähe des Motors angebrachten Motorschutzschalter;
7. die Schaltanlagen können dem Eingriff ungeschulten Personals eher entzogen werden;
8. leichte Überwachungsmöglichkeit.

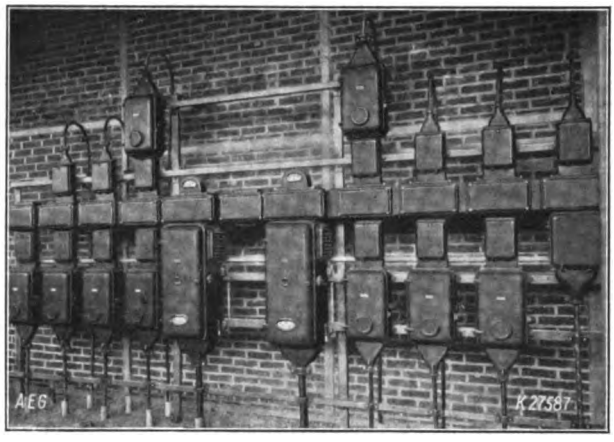


Abb. 9. Gußgekapselte Verteilungsanlage mit ferngesteuerten Motorschutzschaltern.

Diese Vorteile lassen sich ohne jede Einschränkung durch Verwendung eines leistungsfähigen Fernschalters erreichen. Selbstverständlich mußte auch die Kombination eines Fernschalters mit geringer Abschaltleistung und einer vorgeschalteten kurzschlußfesten Sicherung mit in den Kreis der Erörterungen einbezogen werden, wobei als Fernschalter ein schützartig aufgebauter Motorschutzschalter in Aussicht genommen war. Für die Wahl eines derartigen Schalters waren in erster Linie die zu erwartenden hohen Schalthäufigkeiten maßgebend. Diese Kombination besitzt aber folgende Nachteile:

a) Die Sicherung stellt eine Trennstelle dar, die bei ferngesteuerten Anlagen nach Möglichkeit zu vermeiden ist.
b) Beim Durchbrennen einer Sicherung entstehen längere Betriebspausen, die namentlich in größeren Industrieanlagen mit Rücksicht auf die oftmals recht weiten Wege nicht zu vermeiden sind und die Ursache empfindlicher Produktionsausfälle sein können.
c) Weiterhin darf nicht übersehen werden, daß bei einem Schütz mit vorgeschalteten Sicherungen die stromdurchflossenen Teile des Schützes dem Kurzschlußstrom in voller Höhe ausgesetzt sind und infolgedessen auch einen wesentlich kräftigeren mechanischen Aufbau zur Voraussetzung haben. Den schwächsten Punkt stellen in dieser Hinsicht die Wärmeauslöser dar.
d) Bei Sicherungen besteht die Gefahr, daß bei einem vorübergehenden Kurzschluß nur eine Sicherung anspricht, so daß der Motor auf 2 Phasen weiterläuft.
e) Zu beachten ist ferner, daß die vorgeschaltete Sicherung bei Motoren mit Rücksicht auf den zu erwartenden Anlaufstromstoß für eine größere Nennstromstärke bemessen sein muß als der Motor. Laut VDE-Vorschriften sind die Leitungsquerschnitte der Nennstromstärke der Sicherung anzupassen, während bei einem Motorschutzschalter die Nennstromstärke des Motors für die Bemessung des Leitungsquerschnittes maßgebend ist, so daß bei Verwendung eines Motorschutzschalters eine wesentliche Ersparnis an Leitungsmaterial zu erzielen ist.

Diese Nachteile waren bestimmend für die Wahl eines Fernschalters mit hoher Abschaltleistung, weil man aus Gründen der Betriebsicherheit auf die Vorteile eines derartigen Schalters nicht verzichten wollte. Zu diesem Zweck wurden AEG-Motorschutzschalter Form AMSBF für 100 und 200 A Nennstrom verwendet. Ein solcher Schalter ist in Abb. 10 zu sehen. Er ist in jeder Phase mit einem Bimetallstreifen ausgerüstet, der den Überlastungschutz zu übernehmen hat. Eine dreiphasige unverzögernd wirkende Höchststromauslösung übernimmt den Kurzschlußschutz.

Unter den angeordneten Schaltern befindet sich eine größere Anzahl, die bereits mehr als 100 000 Schaltungen bewältigt haben, ohne daß nennenswerte Abnutzungen an den Klinkwerken aufgetreten sind. Diese Tatsache ist um so erfreulicher, weil man, wie bereits an anderer Stelle erwähnt wurde, der zu erwartenden Schalthäufigkeit wegen Ölschütze in Aussicht genommen hatte, sich aber mit Rücksicht auf die bessere Überwachungsmöglichkeit für Luftschalter mit hoher Kurzschlußfestigkeit entschied und damit auch gleichzeitig die Nachteile vorgeschalteter Sicherungen ausschaltete. Die bisher in Störungsfällen aufgetretenen Kurzschlußströme sind in allen Fällen tadellos abgeschaltet worden.

Der Strom wird den Fernschaltern über Trennschalter zugeführt (Abb. 9). Bei Störungen innerhalb eines Schalters kann daher der betreffende Abzweig ohne Abschaltung der Hauptzuführungsleitungen spannungslos gemacht werden, um notwendig werdende Reparaturen schnell und ohne Gefahr für das Personal durchzuführen. Jede Unterverteilung wird durch zwei Kabel gespeist, die über Selbstschalter gleicher Form wie in der Haupt-Niederspannungs-Schaltanlage an das Sammelschienensystem angeschlossen sind. Jedes Kabel arbeitet im normalen Betriebszustand getrennt auf eine Hälfte der Verteilung. Bei etwaiger Beschädigung eines Kabels kann das zweite Kabel über einen Trennschalter die gesamte Unterverteilung speisen.

Die Betätigung der Fernschalter erfolgt mit Hilfe von gekapselten Druckknöpfen, die so angeordnet sind, daß eine leichte Überwachung des Betriebes möglich ist. Innerhalb des Betätigungskastens sind gleichzeitig Meldelampen untergebracht, die ebenfalls eine einfache und zweckmäßige Überwachung gestatten. Außerdem hat man oberhalb der Kasten Strommesser angeordnet, so daß man sich zu jeder Zeit über die Stromaufnahme unterrichten kann. Zu erwähnen wäre noch, daß die Betätigungsleitungen mit dem zugehörigen Ableitungskabel verseilt worden sind, wodurch die Installation außerordentlich einfach und billig wurde, eine Maßnahme, die deshalb zu rechtfertigen war, weil sich die Druckknöpfe in der Hauptsache in der unmittelbaren Nähe des Motors befinden.

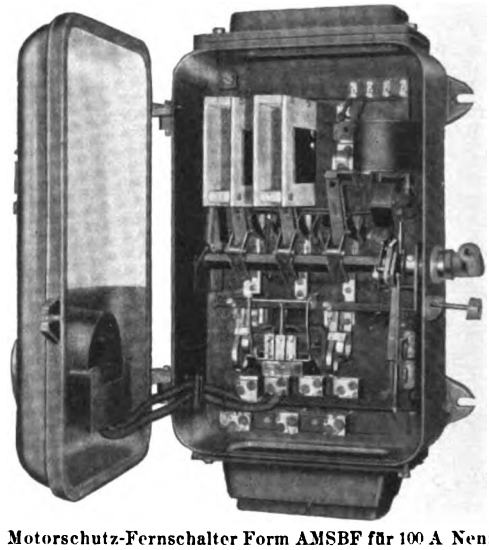


Abb. 10. Motorschutz-Fernschalter Form AMSBF für 100 A Nennstrom.

Die Verwendung von Fernschaltern für die elektromotorischen Antriebe war deshalb das Gegebene, weil — von wenigen Ausnahmen abgesehen — in der Hauptsache nur Kurzschlußläufer Fabrikat SSW zur Aufstellung gelangten.

Nur die Kettenbahnen werden mit Schleifringläufermotoren betrieben, weil sie ein sanftes Anlassen erfordern. Die unmittelbar angebaute Anlaßwalze ermöglichte den Einbau von Unterbrecherkontakten, so daß mit Hilfe der Anlaßwalze auch der zugehörige Motorschutz-Fernschalter ein- und ausgeschaltet werden kann. Fehlschaltungen sind dadurch ausgeschlossen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß man in Recklinghausen mit Erfolg den Versuch unternommen hat, die Hauptschalter einschließlich Transformatoren in einem besonderen Schalthaus unterzubringen und die Unterverteilungen so aufzuteilen, wie es für die Überwachung und die Sicherheit des Betriebes am günstigsten ist. Durch die bisher gesammelten Erfahrungen hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, daß bei der Planung bergbaulicher Anlagen auch die elektrischen Einrichtungen vorher genau festgelegt werden müssen, um die Leistungsfähigkeit der gesamten Anlage sicherzustellen. Aus diesem Grunde dürften die oben gemachten Ausführungen als Anregung für künftige Projekte sehr wertvoll sein.

Digitized by Google

Stoßkorona.

Von Y. Toriyama, Sapporo, Japan.

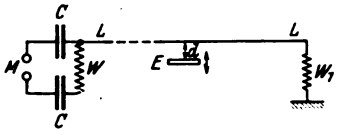
Übersicht. Der Aufsatz berichtet über Messungen der räumlichen Ausdehnung der durch Stoßspannung erzeugten Korona. Ferner wird der Einfluß der Korona auf die Abflachung von Sprungwellen rechnerisch erörtert.

1. Allgemeines.

Die Glimmerscheinungen, auch Korona genannt, die bei Gleich- und bei Wechselstrom auftreten, sind bereits vielfach erörtert worden, jedoch wurde die Größe der Korona um einen Leiter oder eine Elektrode bisher noch nicht klar bestimmt. Das Auftreten von Korona kann in vielen Fällen durch Sichtbarmachen derselben im Dunkeln nachgewiesen werden. Bei Stoßkorona (d. h. Korona infolge von Stoßspannungen) ist ein Sichtbarmachen jedoch sehr zweifelhaft, da der Impuls nur sehr kurz ist. In den Versuchen der vorliegenden Abhandlung wurde die Stoßkorona deshalb mittels Staubfiguren auf Hartgummiplatten gemessen.

2. Messung der Stoßkorona.

Das allgemeine Schaltbild der Meßanordnung zeigt Abb. 1. Hierin stellen *M*, *C* und *W* einen Stoßgenerator dar, dessen Spannung durch Veränderung der Funkenstrecke *M* geändert werden kann.



LL = 30 m
W = 14000 Ω
W_1 = Wellenwiderstand
C = 0,0177 μF

Abb. 1. Meßanordnung.

LL ist der ankommende Leiter, auf dem die zu prüfende Korona auftritt. W_1 ist ein rein ohmscher Widerstand, dessen Größenordnung wertmäßig gleich der Wanderwellenimpedanz der Freileitung ist. *E* ist eine Hartgummiplatte, auf der Staubfiguren erzeugt werden, sofern die Koronaentladungen noch die Platte erreichen. Das feine Pulver von Harz und Mennige wird nach der Einschaltung der Stoßspannung auf die Hartgummiplatte gestreut. Die Polarität der Stoßkorona kann dann aus Form und Farbe der Staubfiguren bestimmt werden[1], denn benutzt man eine Mischung aus Harz und Mennige, so haftet die rote Mennige an den negativ geladenen Oberflächenteilen, das gelbliche Harz an den positiv geladenen Flächen. Wird nun der Abstand *d* zwischen der Freileitung *LL* und der Platte *E* vergrößert, so erscheinen bei einem gewissen Abstand keine Staubfiguren mehr. Diese kritische Entfernung d_0 entspricht einem Halbmesser der Stoßkorona.

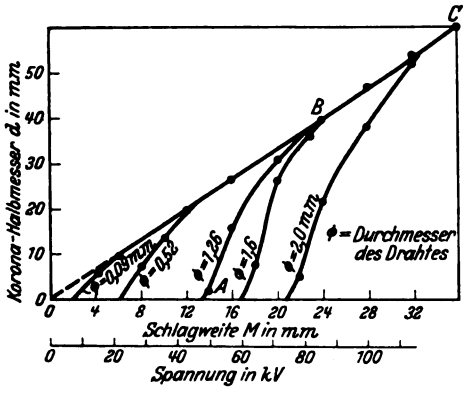


Abb. 2. Halbmesser der positiven Stoßkorona.

Dieses Verfahren ist ziemlich einfach und liefert verläßliche Ergebnisse. Individuelle Ablesefehler durch das bloße Auge sind hierbei ausgeschaltet. Die Versuche selbst können bei hellem Licht ausgeführt werden, auch kann der Einfluß von ultraviolettem Licht mit dem Verfahren bestimmt werden. Vor dem Versuch aber muß die Hartgummiplatte mit einem alkoholgetränkten Lappen gereinigt werden.

[1] Y. Toriyama, Technol. Rep. Tôhoku Univ. Bd. 9, Nr. 4 (1931).

3. Versuchsergebnisse.

Als Freileitungen wurden Kupferdrähte von 0,089, 0,53, 1,26, 1,61 und 2,03 mm Dmr. benutzt; die Oberflächen waren gut poliert. Die Halbmesser der Stoßkorona wurden nun bei verschiedenen Stoßspannungen gemessen. Das Versuchsergebnis für positive Stoßkorona zeigt Abb. 2. Wie

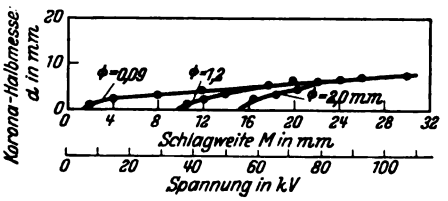


Abb. 3. Halbmesser der negativen Stoßkorona.

aus der Abbildung ersichtlich, verschiebt sich der Kurventeil *AB* auf der Abszisse nach rechts, wenn der Drahtdurchmesser zunimmt, während der geradlinige Teil *BC* der Kurve für jeden der verschiedenen Drahtdurchmesser gleich bleibt.

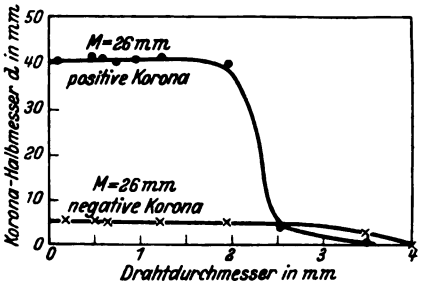


Abb. 4. Abhängigkeit des Koronahalbmessers vom Drahtdurchmesser.

Die experimentellen Ergebnisse für die negative Stoßkorona zeigt Abb. 3. Beide Kurven sind sich in ihrem allgemeinen Charakter ähnlich, jedoch sind bei gleicher Intensität der Stoßspannung die Halbmesser der negativen Stoßkorona sehr klein. — Die Beziehung zwischen dem Durchmesser der Koronastrahlung und dem der Freileitung *LL* wurde dadurch bestimmt, daß konstante Netzspannung benutzt wurde. Das Ergebnis zeigt Abb. 4.

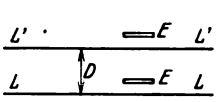


Abb. 5. Meßanordnung mit Paralleldrähten.

Einfluß von parallelen Drähten auf die Stoßkorona.

Parallel zur Freileitung *LL* wird ein Draht *L'L'* gespannt und dessen Einfluß auf die Korona durch Beobachtung der Staubfiguren auf Hartgummiplatten bestimmt (Abb. 5). Zunächst wird *L'L'* geerdet, um den Einfluß eines geerdeten Leiters auf die Korona zu untersuchen. Die Ausdehnung der Korona in Richtung auf den Draht *L'L'* zu wird bei verschiedenen Abständen *D* zwischen den Leitern *LL* und *L'L'* gemessen. Das Ergebnis zeigt Abb. 6. Wie ersichtlich bildet sich die Korona um so mehr aus, je kleiner der Abstand ist.

Bei den weiteren Versuchen wurde der Leiter *L'L'* gegen Erde isoliert und mit denselben Stoßspannungen wie der Leiter *LL* gleichzeitig erregt. Die Korona bildet sich hierbei in Richtung auf den Draht *L'L'* weniger aus als bei Fehlen dieses Leiters. Die Beziehung zwischen Koronahalbmesser und Spannung bei den verschiedenen Abständen *D* zeigt Abb. 7. Die Ausdehnung der Korona nach außen (Abb. 8) ist hierbei größer als im vorigen Fall.

Digitized by Google

Einfluß von ultravioletten Strahlen.

Der Durchmesser der Stoßkorona nimmt zu, wenn die Freileitung mit ultraviolettem Licht bestrahlt wird. Zum Versuch wurde als ultraviolette Lichtquelle eine Quarz-

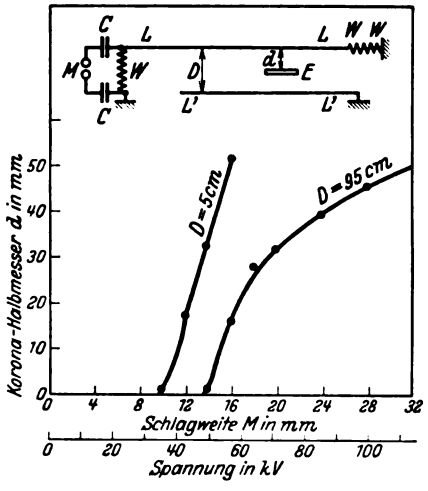


Abb. 6. Ausdehnung der positiven Korona; Paralleldraht geerdet, Drahtdurchmesser 1,26 mm.

lampe benutzt. Abb. 9 zeigt das Ergebnis des Versuches, bei dem die Lampe in 20 cm Abstand aufgestellt wurde, über den Einfluß von ultraviolettem Licht auf positive Korona. Das gleiche Ergebnis erhielt man aber auch bei negativer Korona.

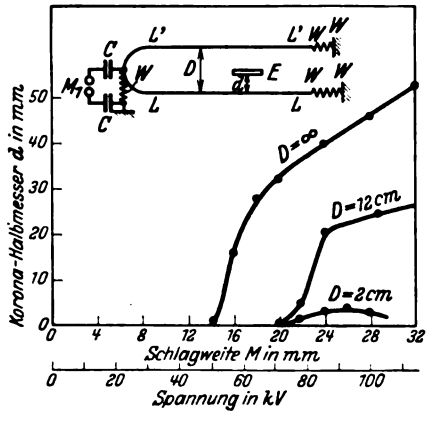


Abb. 7. Ausdehnung der positiven Korona; Paralleldraht an gleicher Stoßspannung, Drahtdurchmesser 1,26 mm.

4. Abflachung von Sprungwellen durch Korona.

Sprungwellen auf Freileitungen werden infolge ohmscher Verluste, Ableitungs- und Koronaverluste abgeflacht. Unter diesen Verlustarten kann bei Überspannungen an Hochspannungsanlagen der Koronaverlust eine der wichtigsten werden. In diesem Kapitel soll nun der Einfluß des Koronaverlustes auf das Abflachen von Sprungwellen erörtert werden.

Der Verlust τ einer Freileitung von der Länge dx ist:

$$\tau = i^2 r\,dx + \frac{u^2}{p}\,dx + A\,u^K\,dx. \qquad (1)$$

Hierbei bedeuten, jeweils auf die Längeneinheit des Leiters bezogen: r ohmschen Widerstand, p Ableitungswiderstand, $A\,u^K$ Koronaverlust. A und K sind Konstante. Zur Vereinfachung setzen wir $K = 2$ und führen $u^2/i^2 = z^2$ ein, wobei z die Sprungwellenimpedanz darstellt. Es folgt dann

$$\tau = i^2 r\,dx + \frac{i^2 z^2}{p}\,dx + A\,i^2 z^2\,dx. \qquad (2)$$

Aus der Leistung der Sprungwelle $N = Z\,i^2$ folgt durch Differentiation

$$-dN = -2\,z\,i\,di.$$

Wenn die Abflachung nicht sehr groß ist, so muß die Abnahme der Leistung — dN gleich der Gl. (2) sein, woraus wir erhalten

$$\frac{di}{i} = -\frac{1}{2}\left(\frac{r}{z} + \frac{z}{p} + A\,z\right)dx$$

und nach Integration:

$$i = i_0\,e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{r}{z} + \frac{z}{p} + A\,z\right)x} \qquad (3)$$

bzw. für die Spannung:

$$u = u_0\,e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{r}{z} + \frac{z}{p} + A\,z\right)x}. \qquad (4)$$

Ist nun der Ableitungswiderstand p sehr groß, so kann z/p vernachlässigt werden, d. h.

$$u = u_0\,e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{r}{z} + A\,z\right)x}. \qquad (5)$$

Die Konstante A für den Koronaverlust kann nun verschieden sein, je nachdem ob die Überspannung positiv oder negativ ist. Aus Abb. 2 und 3 kann man folgern, daß die Konstante A für positive Überspannungen größer sein wird als für negative. Positive Überspannungen werden daher schneller abklingen als negative. Nach experimentellen Untersuchungen[2] in Amerika flacht die positive Überspannungswelle so ab, wie es nach obiger Theorie zu erwarten war.

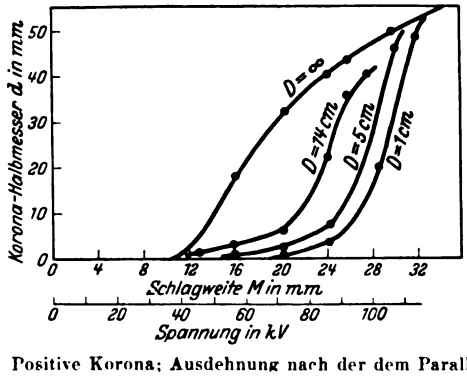


Abb. 8. Positive Korona; Ausdehnung nach der dem Paralleldraht abgewandten Seite, sonst wie Abb. 7.

Den Einfluß eines geerdeten Leiters auf das Abklingen von Sprungwellen kann man durch den Faktor $(r/z + A\,z)$ bestimmen, das Abflachen wird nämlich groß oder klein sein, je nachdem der Faktor durch das Vorhandensein eines Erdleiters zu- oder abnimmt. Wie Abb. 7 zeigt, nimmt der Koronahalbmesser ab, wenn die Stoßspannung

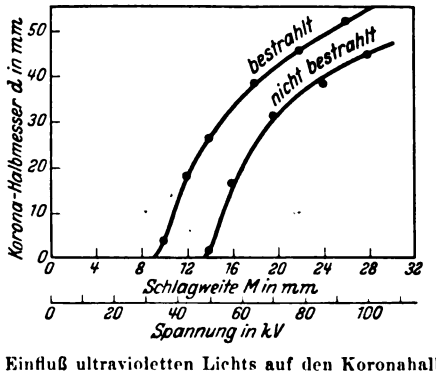


Abb. 9. Einfluß ultravioletten Lichts auf den Koronahalbmesser (positive Korona).

an 2 parallele von Erde isolierte Leiter gelegt wird. Das Abklingen von Sprungwellen wird daher bei dreiphasigen Freileitungen kleiner sein als bei einphasigen, welche Aussage gut mit den experimentellen Untersuchungen[2] übereinstimmt.

[2] K. B. McEachron, J. G. Hemstreet u. W. J. Rudge, Gen. electr. Rev. Bd. 33, S. 254 (1930). W. W. Lewis u. C. M. Foust, Gen. electr. Rev. Bd. 33, S. 185 (1930).

Digitized by Google

Über die Toeplersche Knickstelle im Verlauf der Anfangspannung bei der Funkenbildung.

(Mitteilung aus dem Institut für theoretische Physik der T. H. Dresden.)

Von Johs. Claußnitzer, Dresden.

Übersicht. Es wird gezeigt, wie weit die bisherigen maßgebenden Meß- und Beobachtungskurven durch die Toeplersche Knickstelle korrigiert werden; ferner ist daraus zu entnehmen, wie sich die Peekschen Formeln für die symmetrische und asymmetrische Potentialverteilung bei Kugelfunkenstrecken dazu verhalten.

Zur Auswertung anderweitiger Messungen war die Kenntnis der Toeplerschen Knickstelle[1] im Verlauf der Anfangspannung für Kugeln von 5 cm Dmr. erforderlich. Bei der vielfachen Verwendung der 5 cm-Meßkugeln zur Spannungsmessung erscheint die Mitteilung der Ergebnisse angebracht.

Versuchsanordnung.

Gemessen wurde die bei gleicher Funkenspannung vorhandene Differenz $(s_5 - s_{15})$ der parallel geschalteten Schlagweiten s_5 zwischen Stahl- oder Messingkugeln von 5 cm Dmr. und s_{15} zwischen Kupferkugeln von 15 cm Dmr.[1]. Die Apparatur war die von M. Toepler benutzte[2], also bei F die Meßfunkenstrecke s_{15} in einem geerdeten Käfig von 46 cm Dmr., 83 cm Länge und mit 8 Sprossen von je 13 mm Dicke und bei F' die Funkenstrecke s_5 mit dem Unterschied, daß letztere waagerecht in einem Käfig von 60 cm Dmr., 105 cm Länge und mit 8 Sprossen von je 20 mm Dmr. aufgestellt war.

War auch der Käfig um s_5 geerdet, so lag der Vergleichsfall symmetrischer Potentialverteilung bei s_{15} und s_5 vor[3]. Wurde der Käfig um s_5 gegen Erde isoliert und mit der Zuleitung zur Kathodenkugel von s_5 leitend verbunden, so war bei s_5 auch wieder eine Potentialdifferenz gleich der nach wie vor bei s_{15} symmetrisch verteilten, jetzt aber mit asymmetrischer Potentialverteilung im Raum um s_5 vorhanden. Die bei derartig gekäfigter Kathode übergehenden Funken seien positive, die bei gekäfigter Anode negative Funken genannt.

Zahlentafel 1. Die Schlagweitendifferenz $(s_5 - s_{15})$ für symmetrische Potentialverteilung bei s_5 und s_{15} in 10^{-3} cm ($C = 2700$ cm).

s_5 cm	$(s_5 - s_{15})$ 10^{-3} cm							
0,5	— 6	—	— 2	— 9	— 6	— 25	— 10	— 13
1,0	— 5	—	0	— 6	— 10	— 20	— 7	— 7
1,5	1	—	6	11	6	— 13	— 5	7
2,0	0	—	0	12	— 4	— 19	— 56	— 8
2,5	125	102	114	—	103	91	82	88
3,0	—	209	225	—	240	217	175	192
3,5	—	396	416	—	400	395	354	385
4,0	—	—	650	—	626	612	567	593
4,5	—	—	937	—	912	899	—	893
5,0	1227	—	1251	1220	1200	1162	—	—
5,5	—	—	1595	1586	1582	—	—	—
6,0	—	—	—	2000	1950	—	—	—
Material:	s_5 Stahlkugeln, rauh				s_5 Stahl, blank		s_5 Messing blank	s_5 Messing rauh
Datum:	16. VII.	17. VII.	18. VII.	19. VII.	22. VII.	3. I.	3. I.	4. I.

Die Einstellung von s_5 wurde mit Lehren vorgenommen und halbzentimeterweise geändert, die Meßstrecke s_{15} wurde mikrometrisch eingestellt und besaß eine Meßgenauigkeit von etwa $\Delta s_{15} = \pm 0{,}02$ mm. Die Meßgenauigkeit von $(s_5 - s_{15})$ war demnach auf $\pm 0{,}03$ mm zu schätzen. Gemessen wurde nach dem Abzählverfahren, d. h. es wurde diejenige Schlagweite s_{15} als die zur fest eingestellten s_5 gehörige angesehen, bei der auf s_{15} und s_5 je 75 Funken unter 150 Entladungen entfielen, von denen jede der vorhergehenden im Abstand von etwa 1 ··· 2 s folgte. Um zuverlässige, d. h. wenig streuende Werte für die Funkenspannung zu bekommen, wurden starke Funken aus Kapazitäten von 2700 cm und von 35 100 cm benutzt. Vor jedem Meßsatz wurden die Elektroden mit etwa 100 starken Funken eingebrannt[4].

Zahlentafel 2. $(s_5 - s_{15})$ für asymmetrische Potentialverteilung bei s_5 und symmetrische bei s_{15} in 10^{-3} cm ($C = 2700$ und 35100 cm).

s_5 cm	$(s_5 - s_{15})$ 10^{-3} cm						
0,5	—	— 5	—	—	— 6	— 16	— 7
1,0	—	— 17	—	— 22	— 10	— 22	— 19
1,5	—	1	—	— 2	13	— 15	— 17
2,0	20	18	—	13	16	2	6
2,5	209	222	—	212	235	225	229
3,0	459	466	452	460	471	473	477
3,5	—	767	—	767	—	827	809
4,0	1107	1106	1100	1100	1135	—	—
4,5	—	—	—	—	—	—	—
5,0	—	1891	1888	1892	—	—	—
5,5	—	—	—	—	—	—	—
6,0	—	2776	—	2735	—	—	—
C =	2700 cm			35 100 cm			
Stahl:	rauh	rauh	rauh	gleichmäßig verrostet	rauh	rauh	rauh
Funke:	pos.	pos.	pos.	pos.	neg.	pos.	neg.
Datum:	16. VII.	25. VII.	4. VIII.	5. VIII.	16. VII.	30. VII.	1. VIII.

Meßergebnisse.

Die bei diesen Messungen erhaltenen Werte der Schlagweitendifferenzen $(s_5 - s_{15})$ sind in den Zahlentafeln 1 und 2 als Funktion von s_5 eingetragen. In Abb. 1 sind die Mittelwerte von $(s_5 - s_{15})$, jetzt aber zu s_{15} als Ordinate,

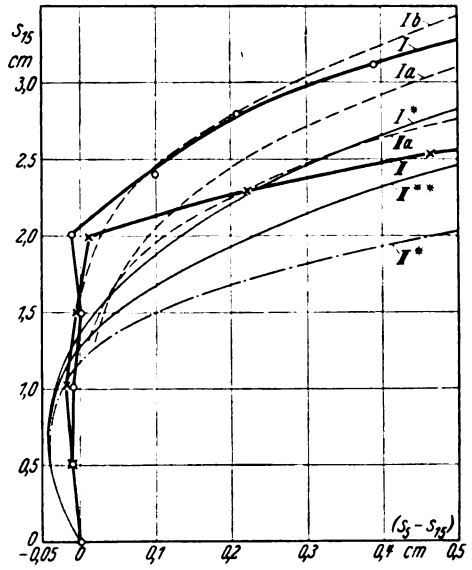


Abb. 1. Gemessene und nach Formeln errechnete (*) Schlagweitedifferenzen.

eingezeichnet. Der Verlauf der von mir gemessenen Kurve *I* gibt die Mittelwerte für symmetrische Potentialverteilung wieder. Zum Vergleich sind in der gestrichelten Kurve *I a* die aus den Mittelwerten von Franck[5] und in *I b* die aus den Mittelwerten von Schumann[6] errechneten Mittelwerte eingezeichnet. Ferner sind in der Kurve *I** die Werte $(s_5 - s_{15})$ eingetragen, welche man erhalten würde, wenn der Verlauf der Anfangspannung für s_5 und s_{15} der Peekschen Formel entspräche.

Kurve *II* gilt für einpolige Käfigung von s_5 und symmetrisches s_{15}. Zum Vergleich diene Kurve *II a*, errechnet nach den von Franck gegebenen Mittelwerten der Funkenspannung. Zu weiterem Vergleich ist hier in *II**

[1] M. Toepler, ETZ 1932, S 1219 und Z. techn. Physik Bd. 13, S. 386 (1932).

[2] M. Toepler, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, S. 429 (1932), Abb. 1.

[3] Das Festhalten der Symmetrie wurde oft durch die unipolaren Ausstrahlungen bei höheren Spannungen gestört; vgl. hierzu auch McMillan u. Starr, J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 49, S. 859 (1930) bzw. S. Franck, Meßentladungstrecken, S. 25, 26 (Verlag Julius Springer, Berlin 1931).

[4] Vgl. M. Toepler, wie Fußnote 2.

[5] S. Franck, wie Fußnote 3, S. 174 u. 176.

[6] W. O. Schumann, Elektrische Durchbruchfeldstärke von Gasen, S. 9; Verlag Julius Springer, Berlin 1923.

Digitized by Google

der Verlauf der mit der Russellschen Funktion f_1 berechneten Werte angegeben, in *II*** derjenige Verlauf, den man unter Benutzung der experimentellen Werte f_2 nach Peek[7] an Stelle von f_1 erhält.

Zusammenstellung.

Man erkennt:

1. Die gesuchte Knickstelle für 5 cm-Kugel-Funkenstrecken liegt für alle Potentialverteilungen, also bei Symmetrie wie bei Käfigung einer Elektrode, an der gleichen Stelle bei $s_5 = 2{,}00$ cm.
2. Unterhalb dieser Knickstelle sind die Schlagweiten zwischen Kugeln von 5 und 15 cm Dmr. innerhalb der Meßfehler fast gleich; diese Gleichheit besteht sowohl für isolierte als auch für einpolig gekäfigte Elektroden. Nur bei Annäherung an die Knickstelle ist eine Streuung der Schlagweitendifferenzen $(s_5 - s_{15})$ nach negativen Werten hin zu beobachten.
3. Oberhalb der Knickstelle ist $(s_5 - s_{15})$ positiv. Für isoliertes s_5 wächst es mit der Schlagweite langsamer als für einpolig gekäfigtes s_5. Bei letzterem ist $(s_5 - s_{15})$ für positive und für negative Funken gleich.
4. Auch weit über der Knickstelle bleiben für s_5 die Werte $(s_5 - s_{15})$ für isolierte Kugeln beträchtlich unterhalb der nach Peeks Formel berechneten, schmiegen sich aber den aus den Tafeln von Schumann zu entnehmenden Mittelwerten genügend an; der kleine Unterschied ist wohl auf den Einfluß des Käfigs zurückzuführen. Für einpolige Käfigung zeigen die Werte $(s_5 - s_{15})$ eine auffallend geringe Streuung, dabei aber große Abweichung von den Angaben des Schrifttums.

[7] Vgl. S. Franck (wie Fußnote 3), S. 24.

Gegenwartsaufgaben der deutschen Elektrizitätspolitik.

Von A. **Friedrich** und Dr. B. **Thierbach**, Berlin.

Übersicht. Die nationalsozialistische Revolution hat den Weg zu einem organischen elektrizitätswirtschaftlichen Ausbau freigemacht. Dringlich durchzusetzende Erfordernisse sind u. a. die Aufstellung von Richtlinien für die zur Verwendung kommenden Tarifformen, die Ausschaltung des Elektrizitätszwischenhandels, die Abgrenzung und der allmähliche Abbau der fiskalischen und kommunalen Sonderbelastung und die Beseitigung der Verordnung über die schiedsrichterliche Erhöhung von Preisen bei der Lieferung von Elektrizität. Für einige umfassende elektrizitätswirtschaftliche und -politische Aufgaben ist die Schaffung zentraler Stellen empfehlenswert, so z. B. für die Durchführung einer planmäßigen Verbundwirtschaft und für eine Neuordnung der im letzten Jahrzehnt aufgenommenen Auslandsanleihen.

Die fortschreitende Zentralisierung der Stromerzeugung auf eine verhältnismäßig kleine Zahl großer Werke mit Versorgungsgebieten, die den Umfang von Provinzen oder Ländern angenommen haben, und die weitgehende Umstellung des gesamten Wirtschaftslebens auf Elektrizitätsanwendung haben es mit sich gebracht, daß die Elektrizitätsversorgung aus einer privaten Geschäftsangelegenheit zu einem Dienst an der Allgemeinheit geworden ist. Die einzelnen Faktoren, die in dieser Richtung gewirkt haben, sind sehr mannigfaltig.

In Deutschland hat sich zwar auf dem Gebiet der öffentlichen Elektrizitätsversorgung von 1913 bis zur Gegenwart der Anteil der öffentlichen Hand von 23 % auf über 75 % erhöht, doch sind bisher elektrizitätspolitische Maßnahmen lediglich im Interessenbereich der Länder, Provinzen, Gemeinden und ähnlicher Gebietsteile durchgeführt worden. Alle Versuche zu einer weitergehenden Einflußnahme im Reichsmaßstab sind gescheitert, weil es bisher an einer machtvollen Reichsgewalt fehlte und die Eigeninteressen der großen elektrizitätswirtschaftlichen Gruppen einer Ein- und Unterordnung unter eine einheitliche Führung widersprachen. Erst die nationalsozialistische Revolution, die Gleichschaltung bei allen führenden und untergeordneten Stellen der öffentlichen Hand im ganzen Reich und die Schaffung einer richtunggebenden Reichsmacht haben eine neue Situation geschaffen und den Weg zu einem organischen elektrizitätswirtschaftlichen Ausbau freigemacht.

Anderseits hängt die weitere wirtschaftliche Erstarkung Deutschlands angesichts des bereits erreichten Elektrisierungsgrades in so hohem Ausmaß von einer absolut betriebsicheren Elektrizitätsbelieferung zu niedrigsten Preisen ab, daß sich die nationalwirtschaftlich zu lösenden Aufgaben in dieser Hinsicht aus dem gegenwärtigen Entwicklungstand und den zur Zeit bestehenden Hauptschwierigkeiten von selbst ergeben.

Weitreichende tarifpolitische Maßnahmen sind um so notwendiger, als noch immer eine starke Zersplitterung (4000 Werke mit eigener Tarifhoheit, Verwendung von etwa 5000 verschiedenen Zählertypen) besteht.

Zahlreiche deutsche Elektrizitätswerke haben in dieser Richtung schon seit Jahren vorbildliche Vorarbeit geleistet, da die Verwaltungen erkannt haben, daß der immer höhere Bedeutung gewinnende Wärmestromabsatz sich für sie auch bei niedrigsten Sätzen noch wirtschaftlich auswirkt. Dies gilt im allgemeinen allerdings nur für Unternehmungen, die die elektrische Energie selbst erzeugen und bis zum letzten Abnehmer verteilen, da nur diesen Werken die günstige Wirkung des Wärmestromabsatzes voll zugute kommt, nämlich durch die bessere Ausnutzung aller ihrer Anlagen. Die unmittelbare Belieferung der letzten Abnehmer durch die Erzeugerwerke wird daher bei der Neuorganisation dazu führen, die Konzessionsverträge gegenüber den Stromlieferungsverträgen zu bevorzugen und jeden Zwischenhandel mit Elektrizität auszuschalten.

Eine wichtige Aufgabe ist es auch, den gegenwärtig bei der deutschen Elektrizitätsversorgung herrschenden Tarifwirrwarr zunächst wenigstens durch die Aufstellung von Richtlinien für die zur Verwendung kommenden Tarifformen zu überwinden.

Ferner lassen sich schon heute Richtlinien aufstellen, durch die die fiskalischen und kommunalen Sonderbelastungen der Stromabgabe abgegrenzt und allmählich abgebaut werden.

Auch eine klare Regelung der zwischen Stromlieferer und Stromabnehmer herrschenden Beziehungen gehört zu den Gegenwartsaufgaben der Elektrizitätspolitik, zumal die „Verordnung über die schiedsrichterliche Erhöhung von Preisen bei der Lieferung von elektrischer Arbeit, Gas und Leitungswasser vom 1. II. 1919/9. VI. 1922“ unmöglich noch länger aufrechterhalten werden kann.

Angesichts der fortschreitenden Elektrisierung aller Wirtschaftszweige und Berufschichten muß als wichtigste Forderung höchste Betriebsicherheit der Stromlieferung verlangt werden. Zu fordern ist besonders die weitere Durchbildung einer planmäßigen Verbundwirtschaft, daneben aber auch die Schaffung sonstiger Augenblicksreserven, so z. B. die Anlage von Talsperren und Pumpspeicherwerken, die Aufstellung selbsttätig einspringender Dieselmaschinen, in städtischen Versorgungsgebieten auch der Einbau oder die Vergrößerung von Akkumulatorenbatterien, die sich vermöge der günstigen Eigenschaften gittergesteuerter Gleichrichter auch in Drehstromnetzen durchaus praktisch verwenden lassen.

Alle zur Erhöhung der Betriebsicherheit zu ergreifenden Maßnahmen müssen natürlich wirtschaftlich tragbar sein. Daher wird es eine wichtige Aufgabe der Neuorganisierung sein, alle technischen Vorschläge auf ihre Wirtschaftlichkeit hin zu prüfen; die hierfür zu schaffenden Stellen müssen auch die erforderlichen Vollmachten besitzen, um über alle in der Praxis bestehenden ähnlichen Anlagen und über angestellte Versuche zuverlässige Auskunft zu erhalten. Sollten Fehlinvestierungen und andere Mißgriffe festgestellt werden, so dürfen sie der Öffentlichkeit gegenüber nicht vertuscht werden; das Vorausstellen des Gemeinnutzes vor eine Rücksichtnahme auf die für Mißerfolge verantwortlichen Gesellschaften oder Persönlichkeiten muß hier voll zur Geltung kommen.

Ein weiterer wichtiger Aufgabenkreis, an den ebenfalls nur im Reichsmaßstab herangegangen werden kann, ergibt sich aus dem Umfang der ausländischen Gläubigergruppen gegenüber bestehenden Bindungen; hier kommt es darauf an, die Auslandsanleihen planmäßig abzulösen, nötigenfalls durch

Digitized by Google

Schaffung einer besonderen Reichsstelle, die auch bei Zusammenschlüssen und sonstigen organisatorischen Neugestaltungen den Kreditgebern gegenüber die Zins- und Tilgungsleistungen sicherstellt.

Schließlich gehören in den Rahmen einer alle Volksteile befriedigenden Elektrizitätspolitik auch Maßnahmen, durch die die verschiedenartigen Interessen derjenigen Wirtschaftsgruppen, die unter dem Namen Elektrogewerbe zusammengefaßt werden können, in Einklang miteinander gebracht werden. Hierzu gehören als Hauptgruppen die Elektrizitätswerke, die Elektroindustrie, die Elektroinstallateure und der Elektrohandel. Diese Gruppen spalten sich bekanntlich wieder in eine Reihe von Untergruppen. Bei den öffentlichen Elektrizitätsunternehmungen bestehen z. B. gewisse Gegensätze zwischen den privaten und den in der öffentlichen Hand befindlichen Werken. Auch die eigentlichen Elektrizitätswerke mit eigener Stromerzeugung weisen gegenüber den sogenannten Verteilerwerken ohne oder mit nur teilweiser Eigenerzeugung bestimmte Interessengegensätze auf. In der Elektroindustrie stehen die Großfirmen und Konzerne, die alle nur erdenklichen Gegenstände der Elektrotechnik und benachbarter Industrien herstellen, verkaufen und installieren, die Projekte und Kostenanschläge anfertigen, auch selbst Elektrizitätsunternehmungen finanzieren und teilweise noch betreiben, vielfach in schroffem Gegensatz zu den elektrotechnischen Spezialfabriken, die nur Fabrikanten auf einem eng umgrenzten Sondergebiet sind und Anlagen weder projektieren noch installieren. Die Installateure und Händler wiederum bekämpfen die Installations- und Verkaufstätigkeit der Elektrizitätswerke und -konzerne[1].

Nachdem jetzt das Reich über alle erforderlichen Machtmittel zur Lösung der vorliegenden Aufgaben verfügt, kann erwartet werden, daß entsprechend dem bisherigen Verlauf der nationalsozialistischen Neugestaltung auch auf elektrizitätswirtschaftlichem Gebiet allmählich und ohne Überstürzung, aber zielbewußt alle erforderlichen Umgestaltungen durchgeführt werden. Wahrscheinlich wird die Verwirklichung des Grundsatzes „Gemeinnutz geht vor Eigennutz" im Laufe der Entwicklung noch zu einer erheblich weitergehenden Zielsetzung führen, nämlich zur Schaffung einer einheitlichen Energiepolitik, die alle Energieträger: Kohle, Gas, Öl, Wasser- und Windkraft umfaßt.

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 857; 858.

Ein Hochspannungs-Messkondensator einfacher Bauart.

(Mitteilung aus dem Hochspannungslaboratorium der Technischen Hochschule Berlin.)

Von W. Holzer, Wien, und P. Hochhäusler, Porz a. Rh.

Übersicht. Forschungslaboratorien und Prüffelder der Hochspannungstechnik benötigen für Scheitelwertmessungen und für oszillographische Aufnahmen Kondensatoren von geringer Kapazität, geringem Verlustwinkel und hoher Prüfspannung. Der Einbau solcher Kondensatoren in Prüfräume ist schwierig, weil der Raumbedarf sehr groß ist. Es wird ein Kondensator angegeben, dessen Einbau in jedes Prüffeld ohne bauliche Erweiterung möglich ist. Die Herstellungskosten des Kondensators sind äußerst gering. Auf die eine der beiden Kugeln einer wohl stets vorhandenen Kugelfunkenstrecke wird eine Auflegekalotte aufgesetzt, welche ein isoliertes Segment trägt. Die Kapazität dieses Segmentes gegen die zweite Kugel wird als Meßkapazität benutzt. Durch das Zusammenlegen der vorhandenen Kugelfunkenstrecke und des Meßkondensators gewinnt jedes Prüffeld die Möglichkeit, mit derselben Apparatur wahlweise Spannungsmessungen mit der Kugelfunkenstrecke oder genaue Scheitelwertmessungen auszuführen.

Die Nachteile der Kugelfunkenstrecke als Meßgerät für hohe Spannungen sind hinlänglich bekannt. Abgesehen von der Tatsache[1], daß die Eichwerte der Kugelfunkenstrecke im Gebiete höherer Spannungen trotz vielfacher Bemühung noch nicht mit der wünschenswerten Genauigkeit bekannt sind, ist das Messen mit Kugelfunkenstrecken zeitraubend. Es ist ja bei Messungen mit 50 Per/s notwendig, im Durchschnitt 10 ··· 15 Überschläge der eigentlichen Messung voranzuschicken, um zu konstanten Werten zu gelangen. Schließlich bricht die Spannung bei jeder Messung zusammen, deshalb ist das Eingrenzen des Spannungsbereiches einer dielektrischen Erscheinung nur mit Schwierigkeit durchzuführen. Diese und ähnliche Überlegungen führten zu der Entwicklung von direkt anzeigenden, in sich eichbaren und von den klimatischen Bedingungen unabhängigen Hochspannungsvoltmetern. Eine Gruppe derselben, deren Anwendung sich besonders gut bewährt hat, macht von der Halbwellengleichrichtung des Ladestromes[2] eines Kondensators zur Scheitelwertmessung Gebrauch. Die Herstellung der zu diesem Verfahren benötigten Hochspannungskapazität erfolgte meist dadurch, daß der oberen Kugel einer Kugelfunkenstrecke eine Halbkugel[3] unten gegenübergestellt wurde, in welche ein isoliertes Segment derart eingesetzt wurde, daß die äußere Kugelform, abgesehen von dem Trennspalt, erhalten blieb. Diese Einrichtung hat sich für Scheitelwertmessungen mittels der Ladestromgleichrichtung ausgezeichnet bewährt. Es bedarf nun keiner ausführlichen Begründung, daß eine derartige Einrichtung nicht mehr als Normalfunkenstrecke im Sinne der Vorschriften[4] anzusprechen ist. Der vorhandene Spalt und die fehlende untere Kugelhälfte machen es unmöglich, mit der Einrichtung Überschlags-Spannungsmessungen auszuführen und diesen die für Vollkugeln mit spaltloser Oberfläche gültigen Eichwerte zugrunde zu legen. Die dabei entstehenden Fehler sind beträchtlich[5]. Es war nun aus diesen Gründen stets notwendig, in einem Prüfraum zwei Einrichtungen vorzusehen, die Kugelfunkenstrecke und den Ladestromkondensator. Diese zweifache Installation baulich sehr ähnlicher Teile war nicht nur in der Anschaffung kostspielig, es war auch sehr viel freier Raum zur Sicherung vor Fremdbeeinflussung vorzusehen. Diese Doppelinstallation wurde dadurch noch nachteiliger empfunden, daß beide Geräte meist zu verschiedenen Zeiten benutzt wurden.

Alle diese Nachteile werden durch eine Einrichtung beseitigt, welche in der Zusammenlegung einer Kugelfunkenstrecke mit einem Hochspannungskondensator besteht, Abb. 1. Auf die untere Kugel[6] einer normalen Kugelfunkenstrecke wird eine Halbkugel aufgesetzt, aus der eine Kalotte ausgeschnitten ist. Diese Kalotte dient als Elektrode des Hochspannungskondensators. Der Ladestrom wird durch ein dünnes, geschirmtes, hochisoliertes Kabel aus der Auflagekalotte herausgeführt. Nimmt man die Auflagekalotte ab, so kann die Kugelfunkenstrecke in der bisher bekannten Weise zu Überschlagsmessungen Verwendung finden. Nach Auflegen der Kalotte steht ein Hochspannungskondensator zur Verfügung, welcher Scheitelwertmessungen, Effektivwertmessungen[7] und oszillographische Aufnahmen[8] ermöglicht. Die Abb. 2 zeigt eine Modellausführung des neuen Gerätes für eine 25 cm-Kugelfunkenstrecke. Der Vorteil des Auflagekondensators liegt auch darin, daß das vorhandene Rege-

[1] C. Stoerk u. W. Holzer, Z. techn. Physik Bd. 10, S. 317 (1929); P. L. Bellaschi, The Measurement of high-surge Voltages; Paper der Winter Convention des Amer. Inst. Electr. Engr., N. Y., Jan. 1933; S. Franck, ETZ 1930, S. 778; C. Stoerk u. W. Holzer, ETZ 1931, S. 254; S. Franck, ETZ 1931, S. 255; S. Whitehead u. A. Castellain, J. Instn. electr. Engr. Bd. 69, S. 898 (1931); B. L. Goodlet, F. S. Edwards und R. R. Perry, J. Instn. electr. Engr. Bd. 69, S. 659 (1931); A. Palm, ETZ 1926, S. 904.

[2] Das Meßverfahren dürfte den von H. König eingeführten Namen CH-Verfahren (Chubb-Häfely) zu Unrecht tragen. Das Verfahren geht auf J. Sahulka (Z. Elektrotechn. Bd. 16, S. 4 [1898]) zurück. H. Ryan (Trans. Amer. Inst. electr. Engr. 1899, S. 345) verweist gleichfalls auf den deutschen Ursprung des Verfahrens („the method is from our german friends"). J. P. Steinmetz (Trans. Amer. Inst. electr. Engr. 1910, S. 1768) und S. Whitehead u. Gorton (Trans. Amer. Inst. electr. Engr. 1914, Bd. 331, S. 951) verbesserten das Verfahren. Chubb erscheint erst 1913 (Chubb u. Fortescue, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 32, S. 739 [1913]) und E. Häfely & Co. erst 1923 (DRP. 394 014 und Schweizer Patent 110 309). Literatur ab Chubb s. bei: H. König, Helv. phys. acta Bd. 2, S. 152 und 357 (1929).

[3] C. Stoerk, ETZ 1929, S. 95. A. Matthias, ETZ 1929, S. 373, bes. Abb. 8 und 9. C. Stoerk u. W. Holzer, Z. techn. Physik Bd. 10, S. 317 (1929), bes. Abb. 2.

[4] Regeln für die Spannungsmessung mit der Kugelfunkenstrecke in Luft. VDE 0430/1926.

[5] Conférence intern. des grands réseaux électr. 1931, Bd. 2: M. Schupp, S. 28 und R. v. Cauwenberghe, S. 30.

[6] Der Gedanke läßt sich auch auf Kugelfunkenstrecken mit horizontaler Achse sinngemäß anwenden.

[7] DRP. 480 084 v. 8. VIII. 1924.

[8] W. Philippoff, ETZ 1932, S. 405; R. Vieweg u. G. Pfestorf, ETZ 1932, S. 13.

Digitized by Google

lungsgestänge der Kugelfunkenstrecke für die Regelung des Kapazitätswertes Verwendung finden kann. Die Anschaffungskosten des neuen Kondensators sind damit verschwindend klein gegen jedes andere Hochspannungs-Meßverfahren. Trotzdem ist die Genauigkeit des Verfahrens äußerst hoch[9].

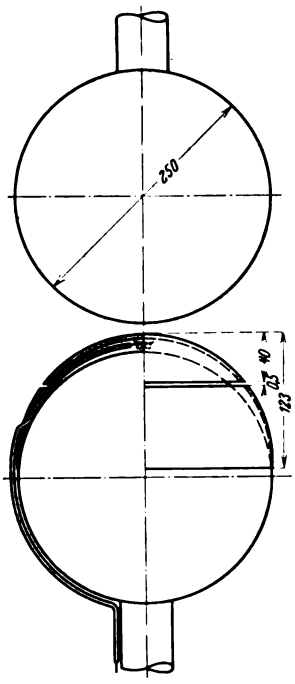


Abb. 1. Prinzipbild einer Auflagekalotte zu einer 25 cm-Kugelfunkenstrecke.

Abb. 2. Ausführung einer Hochspannungs-Auflagekalotte für Spannungsmessungen bis zu 250 kV_{max}.

Bei genügend sauberer Konstruktion und Ausführung der Auflagekalotte unterscheidet sich die Durchbruchspannung der Anordnung Kugel—Kalotte nur wenig von der Anordnung Kugel—Kugel (Zahlentafel 1). Dies ist

Zahlentafel 1. Vergleich der Durchbruchspannungen einer 25 cm-Kugelfunkenstrecke und eines Auflagekalotten-Kondensators.

Abstand in cm	Durchbruchspannung bei 50 Per/s in kV_{max}		Verhältniswert
	Kugelfunkenstrecke* 25 cm	Auflagekalotte gegen 25 cm-Kugel	
s	U_1	U_2	U_2/U_1
2	59,4	56,4	0,95
3	87,5	80,0	0,914
4	114,7	106,0	0,925
5	139,3	130,0	0,934
6	163,8	155,1	0,946
7	185,9	179,1	0,959
8	206,1	202,5	0,979
9	226,0	219,9	0,973
10	243,7	237,5	0,974
12	275,4	268,1	0,974
14	301,5	292,5	0,973

* Spannungswerte bezogen auf 20 ° C und 760 mm Hg.

um so vorteilhafter, als dadurch bauliche Änderungen des Regelgestänges nicht notwendig werden. Ferner kann aus diesem Grunde die Eichung der Ladestromeinrichtung genau auf Durchbruchwerte der Kugelfunkenstrecke und umgekehrt bezogen werden. Zur Eichung des Gerätes geht man folgendermaßen vor: Man läßt die Kugelfunkenstrecke ohne Meßkalotte überschlagen und bestimmt unterspannungseitig die zum Durchbruch erforderliche Spannung. Die dazugehörige Oberspannung ist nach Tabellen für den verwendeten Kugeldurchmesser und Abstand unter Reduzierung auf normale klimatische Verhältnisse bekannt. Man entfernt nun die Kugeln um ungefähr 10 % des Abstandes. Die dadurch bedingte sehr geringe Veränderung der Betriebskapazität ist bei Abstandswerten $s/D = 0{,}3 \cdots 0{,}7$ von verschwindendem Einfluß auf das bei der vorangegangenen Messung bestimmte Übersetzungsverhältnis der Hochspannungsanlage[10]. Nunmehr setzt man die Meßkalotte auf und regelt die Unterspannung auf denselben Wert, bei dem früher der Durchbruch stattfand. Das an die Meßkalotte angeschlossene Gerät, z. B. ein Halbwellengleichrichter nach Sahulka, zeigt nunmehr einen Ausschlag, welcher der früher für die Kugelfunkenstrecke bestimmten Oberspannung entspricht. Auf diese Weise kann man die Kapazität der Anordnung Kugel—Kalotte berechnen und kennt damit alle Konstanten der Meßeinrichtung. Zahlentafel 2 zeigt gemessene Kapazitätswerte der in Abb. 1 und 2

Zahlentafel 2. Kapazität der Auflagekalotte in Abhängigkeit vom Abstand von einer 25 cm-Kugel.

Abstand Auflagekalotte gegen 25 cm-Kugel in cm	Kapazität in $\mu\mu F$	Abstand Auflagekalotte gegen 25 cm-Kugel in cm	Kapazität in $\mu\mu F$
s	C	s	C
2	5,23	8	2,28
3	4,29	9	2,06
4	3,58	10	1,96
5	3,14	12	1,65
6	2,75	14	1,46
7	2,49		

dargestellten Auflagekalotte. Nach Zahlentafel 1 ist die Durchbruchspannung bei einem Abstand von $s = 14$ cm 292,5 kV_{max}. Man kann bei diesem Abstand Spannungsmessungen bis zu 250 kV_{max} zulassen. Der in Halbwellengleichrichtung von einem Drehspulgerät angezeigte Gleichstrom beträgt also maximal

$$I = 2fCU = 10^2 \cdot 1{,}46 \cdot 10^{-12} \cdot 250 \cdot 10^3 = 36{,}5 \cdot 10^{-6}\ \text{A}.$$

Dieser Strom kann mühelos von einem handelsüblichen Zeigergalvanometer für Ausschlagmessungen mit mehrfacher Stromsicherheit angezeigt werden. Der innere Widerstand der betreffenden Geräte liegt bei maximal 1000 Ω, ein Fehler ist dadurch nicht zu befürchten, da selbst ein Instrumentenwiderstand von 30 000 Ω noch ohne merklichen Einfluß auf die Anzeige ist.

Der Anwendungsbereich der Auflagekalotte ist im Spannungsbereich nach oben hin unbeschränkt. Dabei ist es möglich, die Auflagekalotte von der unteren Kugel völlig loszulösen und durch geeignete Vergrößerung des Schirmringteiles die Konstanz der Meßkapazität zu sichern. Ebenso aber ist es möglich, den wirksamen Teil der Kalotte größer zu machen als die darunter liegende Kugel. Dadurch ist es möglich, mit weniger empfindlichen Strommessern auszukommen.

[9] Der Verlustwinkel eines Luftkondensators liegt im Bereich unterhalb der Sättigung bei $\operatorname{tg}\delta = 3{,}6 \cdot 10^{-4}$. Die praktisch im Betrieb erreichbare Genauigkeit der Spannungsablesung ist ± 0,8 %. Über die Vorzüge von Luftkondensatoren bei Hochspannungsmessungen: B. G. Churcher und C. Daunatt, J. Instn. electr. Engr. Bd. 69, S. 1019 (1931).

[10] Bei genaueren Messungen kann man den Transformator durch eine Kette belasten und damit den Fehler verkleinern.

Elektrischer Schiffsantrieb der „Normandie".

Ende Oktober 1932 fand in St. Nazaire (Penhoet) der Stapellauf des französischen Schnelldampfers „Normandie" statt, des bisher größten Handelsschiffes, für das elektrischer Antrieb vorgesehen ist[1]. Diese Antriebsart wurde gewählt, damit die Reise von Le Hâvre nach New York in weniger als 5 Tagen bei jeder Wetterlage durchgeführt werden kann, so daß die Reederei jetzt mit zwei turboelektrisch betriebenen Schiffen von der Art der „Normandie" die wöchentlichen Fahrten erledigen kann, für die bisher die Indiensthaltung von 3 kleineren Schiffen notwendig war. Der Vorteil des elektrischen Antriebes für ein Schiff dieser Art wird hauptsächlich im Interesse der Fahrgäste in der Geräuschlosigkeit des Antriebes gesehen, dem gegenüber der Nachteil eines höheren Brennstoffverbrauches als bei direkt angetriebenen Turbinenschiffen in Kauf genommen wird. Die Länge des Schiffes beträgt 314 m, die Breite 36 m, die Verdrängung 67 500 t; die Hauptantriebsanlage besteht aus 4 Turbogeneratoren für Drehstrom von 5500 V, deren jeder eine Leistung von 34 200 kW bei 2430 U/min hat, während die mit der Schraubenwelle direkt gekuppelten 4 Elektromotoren je 40 000 PS_e bei 240 U/min haben. Der für die 4 Turbogeneratoren erforderliche Dampf wird in 29 Wasserrohrkesseln erzeugt, bei 28 atü und 350 ° Überhitzung. Für Hilfszwecke, Beleuchtung, Lüftung, Heiz- und Kühlanlagen sind 6 zahnraduntersetzte Turbodynamos von 220 V Gleichspannung und einer Leistung von je 2200 kW vorgesehen bei einer Drehzahl der Turbine von je 5200 U/min und des Generators von 530 U/min. *Fu.*

[1] Electrician Bd. 109, S. 571.

Digitized by Google

Kennzeichen des Kraftwerksbaues in der Nachkriegszeit*.

Von Dr.-Ing. H. Schult, Berlin.

(Schluß von S. 884.)

3. Die Frischdampfleitungen.

a) Schema.

Die Frage der Sicherheit der Frischdampfleitungen ist im wesentlichen eine Frage des Schemas. So läßt z. B. die für das Kraftwerk Schulau gewählte Ringleitung (Abb. 14) erkennen, daß unter Umständen bei Ausfall eines Absperrorganes, z. B. des Schiebers *a*, zwei Kessel

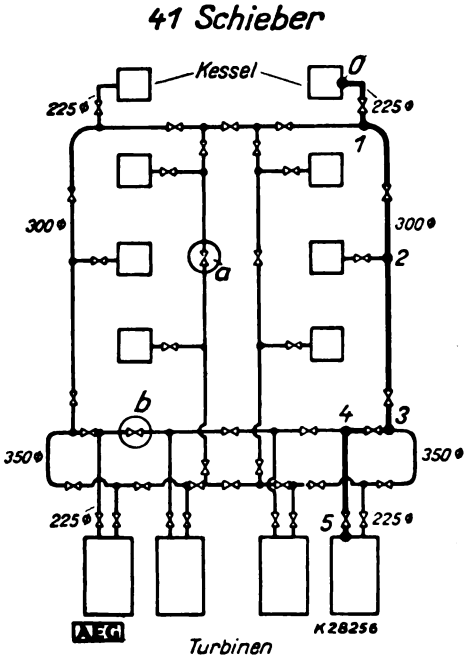


Abb. 14. Frischdampfleitung im Kraftwerk Schulau.

außer Betrieb zu nehmen sind. Tritt eine Störung z. B. am Schieber *b* ein, so wird die Zuführung zu zwei Turbinen gestört. Da jedoch alle Maschinen mit zwei Anschlüssen versehen sind, erfolgt ein Leistungsausfall nicht bzw. nur in beschränktem Umfange. Das Schema wird unbrauchbar, wenn die Turbinen mit nur je einem Anschluß versehen sind, da dann zwei Maschinen für den Betrieb ausfallen könnten. Beim Kraftwerk der Mikramag lagen diese Verhältnisse vor. Hier sind, ebenso wie in Schulau, 8 Kessel bei 4 Maschinen vorhanden. Hierzu wurde ein Schaltbild gewählt, das in Abb. 15 dargestellt ist. Kessel und Turbinen sind in unmittelbarer Zuleitung auf Hauptsammler vereinigt, von wo aus die gesamte Dampfverteilung und alle Umschaltungen erfolgen können. Der Ausfall irgendeines Schiebers hat im Höchstfalle den Ausfall eines Kessels oder einer Turbine zur Folge. Als weiterer Vorteil kommt hinzu, daß bei dieser unmittelbaren Verbindung nur 32 Schieber erforderlich waren, während die Ringleitung für Schulau 41 Schieber erforderte. Bei Erhöhung der Sicherheit wurde also gleichzeitig eine Verringerung der Schieberanzahl erreicht. Alle Leitungen sind mit einem einheitlichen Querschnitt ausgerüstet, abgesehen natürlich von den Hauptsammlern, die aber nicht als Leitung in diesem Sinne zu bewerten sind. Die Anwendung dieses Schemas brachte eine erhebliche Herabsetzung der Anlagekosten der Frischdampfleitungen mit sich.

Wie bei der unmittelbaren Verbindung, so kann auch bei der Ringleitung ein einheitlicher Querschnitt mit Vorteil verwandt werden. Gegenüber gestuften Durchmessern von 225 bis zu 350 mm, wie sie im Kraftwerk Schulau verwandt wurden, würde ein Einheitsdurchmesser von 275 mm den gleichen Gesamtdruckabfall zwischen Kessel und Turbinen bringen. Dieser Einheitsdurchmesser hat ohne Zweifel den Vorteil einer beweglicheren Leitung in einheitlicher Ausbildung, d. h. unter Vereinfachung der Reservehaltung; auch läßt sich eine gewisse Senkung der Anlagekosten erzielen.

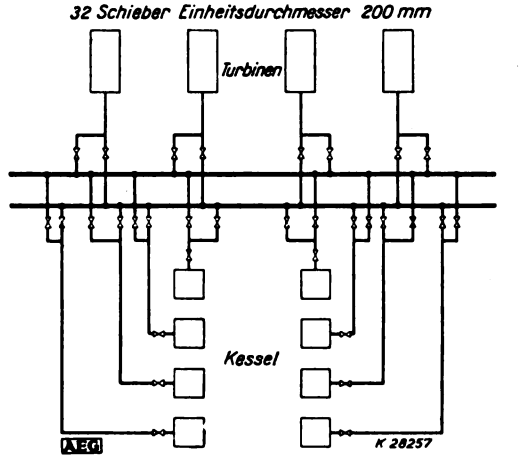


Abb. 15. Frischdampfleitung im Kraftwerk der Mikramag.

b) Anordnung der Frischdampfleitung.

Auch in der Anordnung der Frischdampfleitungen finden wir bei den betrachteten Kraftwerken verschiedene Lösungen. Sie ergeben sich zum Teil aus dem gewählten Schema. Beim Kraftwerk Schulau wurde ein abgeschlossener Hauptringleitungs-Raum im Keller der Vorwärmanlage zwischen Maschinenhaus und Kesselhaus geschaf-

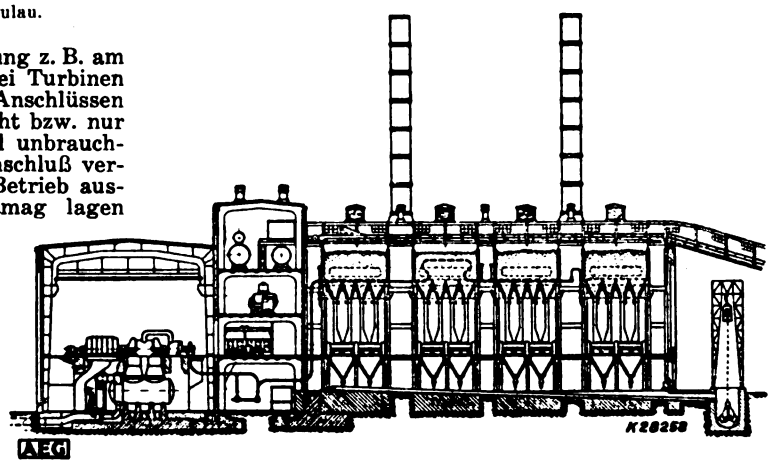


Abb. 16. Anordnung der Frischdampfleitung im Kraftwerk Schulau.

fen (Abb. 16). Die Betätigungen aller Schieber dieser Hauptverteilung sind zum Maschinenhaus durchgezogen, so daß auch bei einer Störung im Rohrleitungskeller die notwendigen Schaltungen ungefährdet durchgeführt werden können. Auch findet eine Beeinträchtigung anderer Betriebsräume durch Dampfbildung und dergleichen nicht statt. Man ersieht ferner aus der Abbildung, daß die Hauptringleitung den tiefsten Punkt der gesamten Rohrleitungsführung bildet und die Zuführungsleitungen zu den Maschinen von hier aus steigend verlegt sind. Die gesamte Entwässerung läßt sich demnach an den Hauptringleitungen durchführen.

Grundätzlich die gleiche Anordnung wurde im Kraftwerk der Mikramag gewählt. An Stelle der Ringleitung

* Auszug aus dem Vortrag „Betrachtungen über den Kraftwerksbau", gehalten im Elektrotechnischen Verein am 4. IV. 1933. Eine Besprechung des Vortrages kommt nicht zum Abdruck.

Digitized by Google

finden sich hier ebenfalls in einem völlig abgeschlossenen Raum die Dampfsammler, von wo aus die gesamte Verteilung erfolgt (a. Abb. 4). Auch hier sind die Schieberantriebe zum Maschinenhaus durchgezogen, so daß sie unbeeinträchtigt von irgendwelchen Störungen bedient werden können. Auf der entsprechenden Maschinenhauswand findet sich auch das Schema der Dampfverteilung. Die

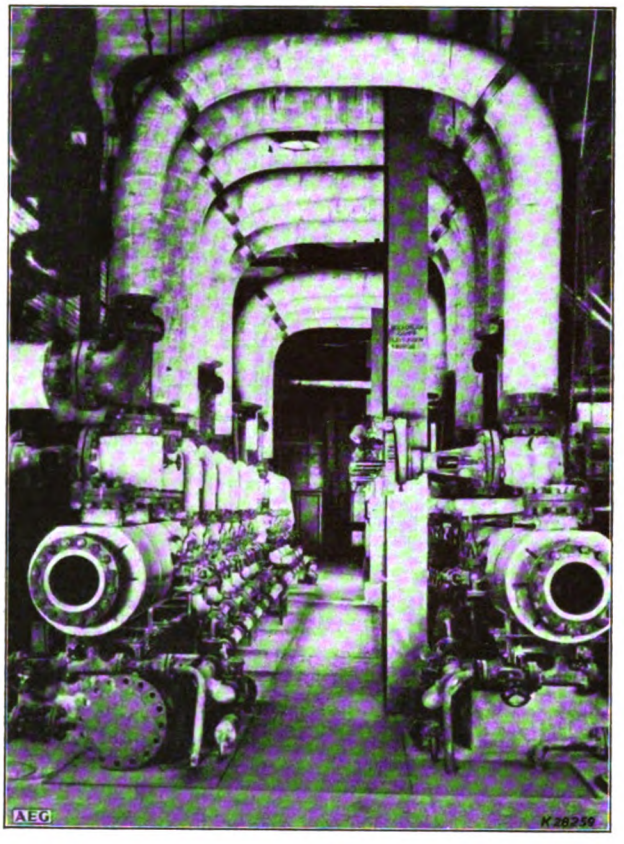


Abb. 17. Sammler der Frischdampfleitung im Kraftwerk der Mikramag.

Wahl des Schemas und die Vereinigung auf Dampfsammler ermöglichte eine übersichtliche, zusammengefaßte Anordnung der gesamten Entwässerungen der Rohrleitung, die im Gang zwischen den beiden Sammlern in leicht bedienbarer Höhe (etwa 60 cm) angebracht wurden (Abb. 17).

4. Die öllose Schaltanlage.

Zum Schluß seien noch kurz zwei interessante Einzelheiten des Kraftwerkes der Mikramag hervorgehoben. Die eine ist die Tatsache, daß im Kraftwerk der Mikramag an keiner Stelle spannungführende Teile mit Öl in Berührung stehen. Die Schaltanlage selbst (Abb. 18) ist mit Preßluftschaltern ausgerüstet, aber auch alle sonstigen Apparate, wie Spannungswandler, Stromwandler u. dgl., sind öllos ausgeführt. Für den Eigenbedarf wurden Trockentransformatoren aufgestellt, und auch die im Kraftwerk eingebauten Petersen-Spulen sind als Trockenapparate ausgeführt. Das Kraftwerk der Mikramag kann daher wohl mit Recht als erstes völlig ölloses Kraftwerk angesehen werden.

5. Selbsttätiger Anlauf der Notturbine.

Eine zweite Sonderheit ist der völlig selbsttätige Anlauf der Hilfsturbine für die Eigenversorgung, über den schon früher kurz berichtet wurde[2]. Für die Sicherstellung der Eigenversorgung ist eine 500 kW-Notturbine aufgestellt, die im Bedarfsfalle völlig selbsttätig anläuft. Durch Ablauf einer Schaltwalze, die bei Verlust der Spannung auf den Sammelschienen der Eigenversorgung anspringt, werden die einzelnen Schaltvorgänge der Reihe nach ausgelöst. Die Zeit vom ersten Impuls bis zur Stromabgabe an das Eigenbedarfsnetz dauert 18 ··· 20 s., wobei insgesamt 30 Schaltvorgänge durchgeführt werden müssen.

Wir glauben, hiermit einen beachtenswerten Schritt in einer technisch wertvollen Entwicklungskette getan zu haben, nämlich in der selbsttätigen Inbetriebsetzung wichtiger Anlageteile. Ihre Bedeutung liegt nicht, wie vielfach

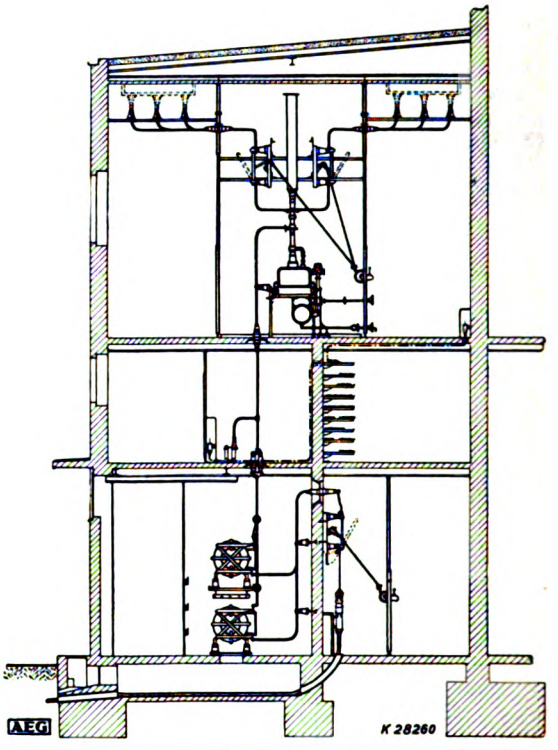


Abb. 18. Querschnitt durch ein Kabelfeld mit öllosen Apparaten Reihe 20 im Kraftwerk der Mikramag.

angenommen wird, in der eleganteren Gestaltung der Betriebsführung oder sogar in der Ersparnis von Betriebspersonal. Es handelt sich vielmehr darum, dafür zu sorgen, daß im Störungsfalle die Fehlleistung von irgendeiner anderen Stelle des Werkes möglichst schnell übernommen wird. Je mehr sich diese Erkenntnis durchsetzt, um so mehr wird auch der selbsttätige Anlauf von Hauptanlageteilen zur Anwendung kommen.

Zusammenfassung und Ausblick.

Die Entwicklung der Wärmewirtschaft zeigt in den Nachkriegsjahren eine Senkung des Wärmeaufwandes von 6000 kcal/kWh auf 4000 kcal/kWh. Die Gestaltung der Werke zeigte in diesen Jahren beachtenswerte Fortschritte. Für diese Betrachtung konnten nur wenige Anlageteile herausgegriffen werden. Die gewählten Beispiele dürften jedoch zeigen, wie die Entwicklung von Anlage zu Anlage eine bessere Lösung gebracht hat. Allgemein gültig wird diese Lösung nie sein können, weil jeder Kraftwerksbau neue Aufgaben stellt.

Solche Rückblicke über die Entwicklung der Technik sind für die Weiterentwicklung von großem Wert. Dabei erfüllt uns die Frage, wann wir wieder in stärkerem Maße Gelegenheit haben werden, Kraftwerke zu entwerfen und zu bauen. Es ist schwer, hierüber etwas voraussagen zu wollen. Wenn aber Stimmen laut werden, die meinen, daß in vielen Jahren überhaupt keine Werke gebaut würden, so erscheint mir diese Ansicht reichlich pessimistisch. Die stürmische Entwicklung in der Zeit von 1925 bis 1928 hat uns doch gezeigt, wie schnell alle Vorausberechnungen über den Haufen geworfen werden können. Wir müssen auch hier das Vertrauen und den Glauben haben, daß es uns bald gelingt, eine Wendung herbeizuführen. Dieses Vertrauen gründet sich nicht zuletzt darauf, daß Deutschland endlich eine Führung erhalten hat, die Voraussetzung für eine stetige Entwicklung und ersprießliche Arbeit ist.

[2] Vgl. H. Schult, Automatik in Dampfkraftwerken. VDE-Fachberichte 1931, S. 122.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Zur Messung der Streuung von Synchronmaschinen[1]. — Ein einfaches Verfahren zur Messung der Streuspannung U_σ bei einer Synchronmaschine besteht darin, daß man folgende drei Erregerströme mißt: 1. jenen Erregerstrom i_n, bei dem die Synchronmaschine im Leerlauf die Nennspannung U_n erzeugt; 2. und 3. jene beiden Erregerströme i_1 und i_2, bei denen in der Ständerwicklung Blindströme fließen, die ihrer Größe nach der Nennstromstärke gleich sind, aber gegen die Nennspannung um $\pi/2$ vor- und nacheilen.

Für

$$1{,}995 < \frac{i_1 + i_2}{i_n} < 2{,}716\,,$$

errechnet man den Winkel φ aus

$$\cos\varphi = 14{,}33\, u^{-\frac{i_1+i_2}{i_n}} - 0{,}949\,.$$

Dann findet man das Verhältnis der Streuspannung U_σ zur Nennspannung U_n aus

$$\frac{U_\sigma}{U_n} = 1{,}422 \cos\left(60° \mp \frac{1}{3}\,\varphi\right) - 0{,}839\,.$$

Ist aber

$$\frac{i_1 + i_2}{i_n} > 2{,}716\,,$$

so kann zur Berechnung von $\frac{U_\sigma}{U_n}$ dieselbe Gleichung verwendet werden; doch muß man den Winkel φ aus

$$\cos\varphi = 0{,}949 - 14{,}33\, u^{-\frac{i_1+i_2}{i_n}}$$

bestimmen.

Die mittleren Gegenamperewindungen können aus einer der folgenden beiden Gleichungen berechnet werden:

$$\mathrm{AW}_g = w\left[-2\ln\left(0{,}608 + 0{,}392\,\frac{U_\sigma}{U_n}\right) - \frac{i_1}{i_n}\right]$$

oder

$$\mathrm{AW}_g = w\left[\frac{i_2}{i_n} + \ln\left(0{,}3687 - 0{,}6313\,\frac{U_\sigma}{U_n}\right)\right].$$

w bedeutet die Erregerwindungszahl eines Poles. (H. Sequenz, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 49 (1931), S. 721.) *Sb.*

Turbinamos. — Unter der Bezeichnung „Turbinamo" baut die AEG seit einer Reihe von Jahren Maschinensätze, bestehend aus Wasserturbine und Konstantspannungs-Generator, System Petersen. Bei den kleinen Wasserkraftanlagen, für die die Turbinamos in erster Linie vorgesehen sind, kann im allgemeinen nicht mit einer sachverständigen und dauernden Bedienung gerechnet werden, deshalb sollte die Turbinamo ein möglichst einfacher, unempfindlicher, billiger und betriebssicherer Maschinensatz werden.

Je nach Gefälle und Wassermenge kommen Francis- oder Freistrahl-Turbinen (Abb. 1) zur Verwendung. Der Leitapparat der Francis-Turbine bzw. die Düsen der Freistrahl-Turbine sind für Handbetätigung vorgesehen, um die Turbinenöffnung der verfügbaren Wassermenge anpassen zu können, trotzdem grundsätzlich auch auf diese Beweglichkeit der Regelglieder verzichtet werden könnte. Auf das Turbinengehäuse wird der Petersen-Generator aufgebaut, dessen nach unten verlängerte Welle das Turbinenlaufrad trägt, so daß der ganze Satz nur zwei als Kugellager ausgebildete Führungslager besitzt. Das Axiallager des Petersen-Generators nimmt auch die von der Turbine herrührenden Gewichte der rotierenden Teile und auch den bei Verwendung einer Spiralturbine auftretenden Axialschub auf. Die Turbinamos werden mit den bei Gleichstrom normalen Spannungen für Leistungen von 0,35 ··· 42 kW und für alle praktisch vorkommenden Gefälle hergestellt. Es sind jedoch auch Maschinensätze unter Verwendung der Petersen-Schaltung für wesentlich höhere Leistungen bereits ausgeführt worden.

[1] Vgl. H. Sequenz, Zur Bestimmung des Blindwiderstandes der Streuung bei Synchronmaschinen, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 49 (1931), S. 525 und ETZ 1932, S. 486.

Wie aus den obigen Angaben bereits hervorgeht, ist der Aufbau des Satzes denkbar einfach, und durch die senkrechte Anordnung auch der Raumbedarf sehr klein, ebenso sind die Kosten für Fundament und Montage sehr niedrig. Das Wesentliche ist jedoch, daß durch die Verwendung des Petersen-Generators auf den bei derartig kleinen Leistungen im Preis sehr ins Gewicht fallenden Turbinenregler verzichtet werden kann. Da eine selbsttätige Regelung der Wassermenge nicht stattfindet, kann auch das bei normalen Wasserkraftanlagen mit Rohrleitungen meist benötigte Schwungrad entbehrt werden.

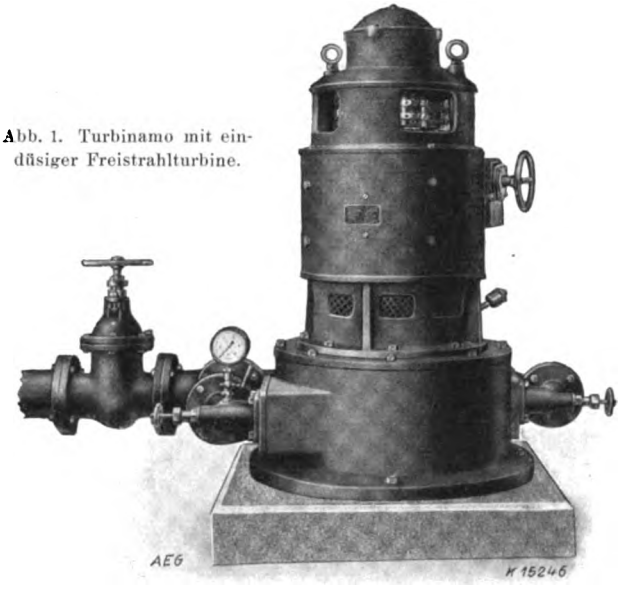
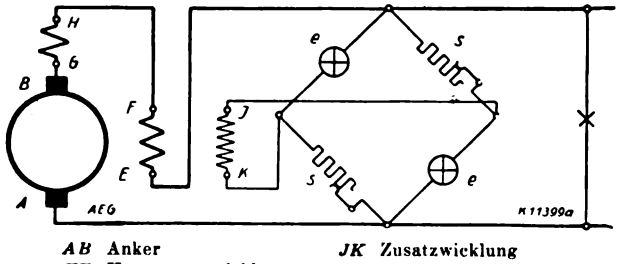


Abb. 1. Turbinamo mit eindüsiger Freistrahlturbine.

Der Petersen-Generator, dessen Schaltung aus Abb. 2 hervorgeht, ist eine Gleichstrom-Hilfspolmaschine, welche infolge einer von Prof. Petersen angegebenen besonderen Schaltung bei Antrieb durch eine ungeregelte Wasserturbine selbsttätig praktisch konstante Spannung innerhalb des bei Wasserturbinen üblichen Drehzahlbereiches liefert. Es handelt sich um eine Hauptstrommaschine mit einer von der Klemmenspannung abhängigen, über eine Wheatstonesche Brücke von teilweise spannungsveränder-



AB Anker — *JK* Zusatzwicklung
EF Hauptstromwicklung — *e* Eisenwiderstände
GH Hilfspolwicklung — *s* Schieberwiderstände

Abb. 2. Grundsätzliche Schaltung.

lichen Widerständen erregten Zusatzfeldwicklung. Als spannungsveränderliche Widerstände werden Eisenwiderstände verwendet, welche sich bekanntlich innerhalb weiter Grenzen nahezu proportional der aufgedrückten Spannung ändern, so daß der durchgehende Strom ungefähr konstant bleibt. Die Brückenschaltung bewirkt demnach, daß bei sinkender Netzspannung der die Zusatzwicklung *JK* durchfließende Strom verstärkt, anderseits bei steigender Netzspannung geschwächt wird. Zusammen mit der kompoundierend wirkenden Hauptstromwicklung ergibt sich eine über einen weiten Bereich genügend konstante Spannungskennlinie der Maschine.

Die Turbinamo kommt überall dort, wo eine kleine Wasserkraft zur Verfügung steht, namentlich in abgelege-

Digitized by Google

nen Gegenden zur Verwendung; jedoch auch in Fällen, wo elektrischer Strom von anderen Quellen verfügbar ist, kann, wenn kostenlose Wasserkraft vorhanden ist, die Turbinamo wirtschaftliche Vorteile bieten. Die Petersen-Maschinen werden auch als Horizontalmaschinen ausgeführt für direkte Kupplung oder Riemenantrieb. Eine besondere Ausbildung der Schalteinrichtung ermöglicht es, bei Antrieb durch irgendeine Kraftmaschine oder von einer Transmission aus, deren Drehzahl in gewissen Grenzen schwankt, mit dem Petersen-Generator praktisch konstante Spannung zu erhalten. *fi*

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Umformeranlage des Aluminiumwerkes Wolchowstroi. — Im Rahmen des Fünfjahrsplanes war von der russischen Regierung eine starke Entwicklung der eigenen Aluminiumerzeugung vorgesehen. Die zwecks Durchbildung eines eigenen Elektrolyseverfahrens vorgenommenen Versuche waren Anfang 1931 so weit abgeschlossen, daß drei Maschinensätze für die am Flusse Wolchow zu errichtende erste Anlage bei der AEG bestellt werden konnten. Mit Rücksicht auf die noch nicht restlos geklärten Betriebsbedingungen wurden Motorgeneratoren vorgesehen, da diese sich mehr als Einankerumformer oder Quecksilberdampf-Gleichrichter dem Betrieb anpassen lassen.

Jeder Maschinensatz besteht aus einem Synchronmotor mit einer Leistung von 10 000 kW bei $\cos\varphi = 0{,}85$ voreilend und einer Drehzahl von 300 U/min, sowie zwei direkt gekuppelten, in Parallelschaltung arbeitenden Gleichstrommaschinen für je 13 000/13 000/9100 A und 100/350/500 V. Die verfügbare Gleichstrom-Stromstärke beträgt also maximal 26 000 A. Außerdem erhält jeder Umformer zwei direkt gekuppelte Erregermaschinen, von denen eine für die Erregung der beiden Gleichstromgeneratoren und die zweite für die Erregung des Synchronmotors bestimmt ist. Die Drehstrom-Anschlußspannung beträgt 10 500 V, wobei jedoch netzseitige Spannungsschwankungen von ± 20 % und Frequenzschwankungen von ± 5 % auftreten können. Die Maschinen halten für längere Zeit 10 % Überlast und stoßweise Überlastungen von 100 % auch bei Zusammentreffen der ungünstigsten Netzbedingungen aus, ohne außer Tritt zu fallen. Der Anlauf erfolgt asynchron mittels Anlaßtransformators und Anlaßumschalters. Der Anlaßtransformator gestattet viermaliges aufeinanderfolgendes Anlassen.

Das Gehäuse des Synchronmotors besteht aus geschweißtem Flußeisen, der Ständer der Gleichstrommaschine aus Stahlguß. Der Maschinensatz erhält 4 Stehlager und gemeinsame geschweißte Grundplatte. Für die Lagerentlastung während des Anlaufes sind besondere Handöldruckpumpen vorgesehen. Infolge sehr sorgfältiger Auswahl aller verwendeten Materialien und genauer Berechnung ist es gelungen, einen Gesamtwirkungsgrad des Satzes von über 90 % zu erreichen.

Alle drei Maschinen werden in einem gemeinsamen Raume hintereinander mit gleicher Achsrichtung aufgestellt. Sie erhalten Fremdbelüftung, wobei die erforderliche Kühlluft von je 2600 m³/min durch drei in einem Anbau aufgestellte Ventilatoren gefördert wird. Um auch im Winter nicht zu kalte Kühlluft verwenden zu müssen, sind Umluftkanäle vorgesehen, die eine wiederholte Erwärmung der Kühlluft gestatten. Der mittlere Motorgenerator dient als Reserve und kann jeweils auf eine der beiden Bäderserien geschaltet werden. Der mittlere Ventilatorsatz läßt sich auf jeden der drei Umformer schalten.

Für die Temperaturüberwachung der Maschinen sind Fernthermometer und Kontaktthermometer nebst zugehöriger Signalanlage mit Sicht- und Höranzeige in den Lagern, den Wicklungen und Luftkanälen vorgesehen. Außerdem werden die üblichen Schutzvorrichtungen, wie Differential-, Überstrom- und Rückstromschutz für die Maschinen aufgestellt.

Da die Eigenart des Elektrolysebetriebes konstante Leistungsabgabe auch bei Widerstandschwankungen im Gleichstromnetz verlangt, wurde für die Umformer eine besondere Leistungsregelung, kombiniert mit Strom- und Spannungsbegrenzung, entwickelt, die auch gestattet, die Gleichstrommaschinen keuzweise parallelfahren zu können, d. h. Maschinen zweier verschiedener Umformer parallel zu schalten, wobei jeder Umformer mit Halblast arbeitet. (H. Schmidt, AEG-Mitt. 1932, S. 47.) *Sb.*

Die Erweiterungsbauten des Kraftwerks Saint Denis. — Die Compagnie Parisienne de Distribution d'Électricité baut zur Zeit zur Erweiterung der Pariser Stromversorgung ein Großkraftwerk, das in vieler Beziehung die neuzeitlichste Anlage ihrer Art zu werden verspricht. Das Werk ist für 400 000 kW Gesamtleistung bemessen und wird in der ersten Stufe für 150 000 kW ausgebaut. Abweichend von der bisherigen Zurückhaltung gegenüber sehr hohen Dampfdrücken hat man in diesem Fall als Anfangsdruck 65 at gewählt, zugleich aber, wie schon bei den früheren Erweiterungen der Werke von Gennevilliers und Issy-les-Moulineaux, eine möglichst hohe Anfangstemperatur des Dampfes vorgeschrieben, um ohne Verwendung von Zwischenüberhitzern ohne unzulässig hohe Dampfnässe in den letzten Schaufelstufen der Dampfturbinen auskommen zu können. Ob es möglich sein wird, die Anfangstemperatur von 495 ° C im Dauerbetrieb einzuhalten, erscheint allerdings bei dem heutigen Stande der Materialtechnik nicht ganz sicher.

Bemerkenswert ist ferner, daß die drei 50 000 kW-Turbodynamos als Einwellenmaschinen für 3000 U/min ausgeführt werden sollen, was ganz neue Aufgaben an die Konstruktion gestellt hat. Die Maschinen werden von drei verschiedenen Firmen geliefert, die jede eine andere Lösung für die Bauart gewählt haben. Die Maschinenfabrik Oerlikon in Zürich liefert eine Viergehäuseturbine mit hintereinander geschalteter Hochdruck- und Mitteldruckturbine. Dahinter teilt sich der Dampf in vier Ströme, die in zwei zweiflutigen Niederdruckturbinen ausgenutzt und in vier Kondensatoren niedergeschlagen werden. Auch bei der von der AG. Brown, Boveri & Cie., gewählten Bauart sind vier Gehäuse und darunter zwei Niederdruckstufen vorhanden, doch wurde die Zahl der notwendigen Kondensatoren dadurch auf drei vermindert, daß die eine der Niederdruckturbinen einflutig ausgebildet ist. Bei der dritten von diesen Maschinen, die bei den vereinigten Firmen Société Alsacienne de Constructions Mécaniques und Société Française Thomson-Houston (Alsthom) im Bau ist, wurde eine weitere Vereinfachung der Konstruktion durch Verminderung der Zahl der Gehäuse auf drei erzielt. Zu diesem Zweck ist in dem Gehäuse der Mitteldruckturbine, die noch die volle Dampfmenge verarbeitet, eine Niederdruckturbine untergebracht, in der nur ⅓ der Dampfmenge ausgenutzt wird. Die anderen ⅔ des Dampfes werden hinter den Mitteldruckstufen durch Anzapfen entnommen und in einer besonderen zweiflutigen Niederdruckturbine entspannt. Auf diese Weise braucht die Turbodynamo auch nur drei Kondensatoren. Bei allen drei Maschinen besteht natürlich die Hauptschwierigkeit in der großen Gesamtlänge, die zu unvorhersehbaren Störungen infolge von Schwingungen führen kann.

Nicht weniger interessant als die Dampfturbinen dürfte die Kesselanlage werden. Zum erstenmal in einem Pariser Kraftwerk hat man jeder Maschinengruppe nur zwei Kessel zugeordnet. Jeder von diesen vier Kesseln, die nach der Bauart Babcock & Wilcox ausgeführt werden, erhält etwa 910 m² Verdampfheizfläche, 370 m² Überhitzer-, 935 m² Speisewasser- und 5200 m² Luftvorwärmer-Heizfläche und eine Anlage für künstlichen Zug, die aus zwei Druck- und zwei Sauggebläsen besteht. Zu jedem von den Kesseln wird in einem vom Kesseldruck getrennten Raum eine besondere Kohlenstaub-Mahlanlage aufgestellt, die vier Atritor-Kohlenmühlen umfaßt. Die Vergrößerung der Kessel hat so die Möglichkeit geboten, die kostspieligen zentralen Kohlen-Mahlanlagen zu umgehen und durch Zuordnung von mehreren Einzelmühlen zu einem Kessel den Nachteil zu vermeiden, daß große Einzelmühlen sich hinsichtlich der Mahlfeinheit bei Änderungen der Belastung zu stark verändern. Der Kohlenstaub wird in großen Feuerräumen verbrannt, die allseitig mit Kühlrohren versehen werden. Diese Kammern verengen sich unten zu Trichtern, durch die die Asche abfällt. (R. H. Andrews, Power Bd. 74, S. 921.) *Hr.*

Apparate.

Schnellregler. — Angeregt durch die Aufsätze von Bölte[1] und von Raeder[2] haben die Verfasser dieser Ausführungen Versuche mit den dort beschriebenen Anordnungen unternommen. Leider hat sich bei der Anordnung von Bölte gezeigt, daß selbstverständlich die Regelung durch die Röhren trägheitslos erfolgt, bei größeren Leistungen des Netzes diese Trägheitslosigkeit aber durch die magnetische Trägheit der notwendig werdenden Erregermaschine wieder aufgehoben wird. Die von Raeder beschriebene Anordnung kann wohl nicht als Schnellregler bezeichnet werden, da ja hierbei die Regelung über einen

[1] Bölte, ETZ 1932, S. 525.
[2] Raeder, ETZ 1932, S. 966.

Digitized by Google

im Grundsatz nicht trägheitslosen Servomotor erfolgt. In Abänderung der ersteren Anordnung haben die Verfasser nachstehend beschriebene Schaltung erprobt. Wie aus dem Schaltbild ersichtlich, stellt das Ganze eine Art Tirillregler dar, nur wird hierbei, im Gegensatz zum Tirillregler, der Schaltvorgang durch eine Elektronenröhre eingeleitet und nicht durch ein mechanisches Gerät.

Nun zur Beschreibung der Wirkungsweise der Vorrichtung. Bei Änderung der Netzspannung ändert sich die Gitterspannung der Röhre und damit der Anodenstrom derselben. Bei größer werdender Netzspannung wird das Gitter negativer, der Anodenstrom also geringer. Im Anodenkreis liegt die Betätigungsspule von Relais *I* (Abb. 3). Der Anker von Relais *I* schaltet Relais *II*, welches einen Teil des im Erregerkreis der Hauptmaschine liegenden Widerstandes kurzschließt. Die Schalthäufigkeit beträgt beim Ausgleich großer Stromschwankungen rd. 8 ··· 12 Schaltungen je Sekunde. Eine elektrische Nachstellung, ähnlich der beim Tirrillregler, ist hierbei nicht notwendig, da die Röhre direkt auf Spannung arbeitet.

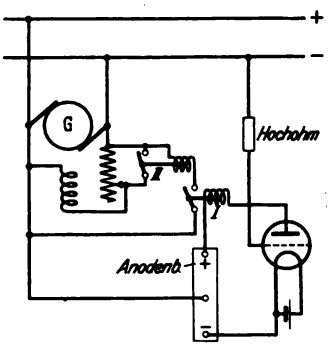


Abb. 3. Schnellregler-Schaltung.

Diese Art von Schnellregler wurde versuchsweise bei der Gleichstromanlage der höheren technischen Staatslehranstalten und der Fachschule für Maschinenbau und Elektrotechnik in Kaiserslautern eingebaut. Die Anlage besitzt eine Höchstleistung von 30 kW bei 120 V Netzspannung. Die höchste momentane Spannungsänderung bei plötzlichen Stromänderungen von 80 ··· 100 % betrug rd. 0,8 bis höchstens 1 V, angezeigt von einem Drehspulgerät. Eine oszillographische Untersuchung ergab das gleiche Bild.

Als Stromquelle für die Röhre kann selbstverständlich auch ein vorhandenes Wechselstromnetz über einen Gleichrichter dienen. Bei der Versuchsausführung wurde das Wechselstromnetz benutzt. Bei höherer Gleichstromspannung kann auch die Gleichstrom-Netzspannung als Stromquelle für den Anodenstrom der Röhre benutzt werden. Bei der Regelung von Wechselstromnetzen gelten unter entsprechender Abänderung die in der Arbeit Bölte aufgeführten Gesichtspunkte.

Selbstverständlich läßt sich die Schaltung unter Zuhilfenahme von Tachometerdynamos auch zur genauen Drehzahlregelung von Motoren verwenden, ebenso zur Konstanthaltung von Strombelastungen und zur planmäßigen Änderung von Netzspannungen.

A. Meiru. R. Hinkelmann.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Der Siemens-Geräuschmesser im Dienst des Arztes. — Physiologische Untersuchungen haben übereinstimmend ergeben, daß durch andauernde und laute Geräusche die Hörkraft geschädigt und die Arbeitsfähigkeit zunehmend beeinträchtigt wird. Selbst die Entwicklung und das Wachstum der Kinder werden nach den gesammelten Erfahrungen durch andauernde laute Geräusche, vor allem, wenn sie nachts auftreten, ungünstig beeinflußt. Zur Lärmabwehr wurde deshalb bereits im Jahre 1929 in New York eine „Noise Abatement Commission" gegründet, deren Aufgabe es ist, Mittel und Wege zur Ausschaltung aller unnötigen und zur Verringerung der schädlichen Geräusche hauptsächlich in den Großstädten zu finden. Unter Mitarbeit von Ärzten, Physikern und Technikern sollen hier Vorkehrungen und Gesetze zur Regelung und Beherrschung der Geräusche geschaffen werden. Vorschläge zur Verhütung und Verringerung der Lärmbelästigungen erstrecken sich vor allem auf Vorschriften über Stärke und Tonart der Signale (Warnungs- und Verständigungsignale), Einschränkung der Signalgebung, auf Verkehrskontrolle, auf Ersatz von Straßenbahnen durch U-Bahn oder Omnibusse, auf Verwendung von Asphalt statt Steinpflaster u. a. m. Auch in Deutschland ist vom VDI ein Fachausschuß für Lärmminderung gebildet worden, dessen Arbeitsaufgabe die Erforschung und Bekämpfung des Wohn-, Betriebs- und Verkehrslärms ist.

Der Siemens-Geräuschmesser (Abb. 4) wurde schon seit längerer Zeit bei solchen Untersuchungen und Forschungen verwendet, da mit ihm schnell und ausreichend genau alle praktisch vorkommenden Schallautstärken gemessen werden können[1]. Als Einheit für die Lautstärke gilt das Phon, sie wird subjektiv durch Vergleich, ähnlich wie die Beleuchtungstärke, gemessen. Zur Eichung ist festgelegt, daß für die Normalfrequenz 1000 Per/s einem effektiven Schalldruck von 1 Dyn/cm² die Lautstärke 70 Phon entspricht. Die Phonskala umfaßt bei dieser Festsetzung den gesamten Hörbereich von der unteren Hörgrenze (Reizschwelle des Gehörs) bis zur oberen Hörgrenze (starke Schmerzempfindung) mit 130 Einheiten, wobei 1 Phon die Stufe der gerade bemerkbaren Lautstärkeänderung ist. Der Siemens-Geräuschmesser ist in Phon geeicht und umfaßt in Stufen zu 5 Phon den Meßbereich von 0 ··· 100 Phon.

Abb. 4. Siemens-Geräuschmesser zur subjektiven Bestimmung der Lautstärke von Tönen und Geräuschen beliebiger Art.

Der Siemens-Geräuschmesser leistete auch gute Dienste, als zu ohrenärztlichen Zwecken systematisch Lärmmessungen in Betrieben vorgenommen wurden. Der Geräuschmesser gab wertvolle Aufschlüsse über die in verschiedenartigen Betrieben tatsächlich auftretenden Lautstärken und unterstützte damit wesentlich die ohrenärztlichen Forschungen. *fi*

Die Helligkeitssteuerung von Braunschen Röhren. — Die Helligkeit des Fluoreszenzfleckes auf dem Schirm einer Braunschen Röhre kann grundsätzlich auf zweierlei Weise gesteuert werden: 1. durch Änderung der aus dem Heizfaden austretenden Elektronenmenge, 2. durch Ausblendung eines Teiles der im Strahl enthaltenden Elektronen. Im Reichspostzentralamt ist das erstere Verfahren geprüft und entwickelt worden. Ausgangspunkt für die Untersuchungen war die sog. „Gittersteuerung" nach Skaupy. Es wird untersucht, wie durch Änderung einer „Gitterspannung", z. B. der Spannung am Wehnelt-Zylinder, die Zahl der austretenden Elektronen und gleichzeitig die Konzentration beeinflußt wird. Es war das Ziel der Arbeit, beide Einflüsse voneinander zu trennen. Dies wird erreicht, indem die Elektronen von der Kathode zunächst durch ein Steuerfeld und dann durch ein von ihm unabhängiges Konzentrationsfeld geschickt werden, wo ihre Konzentration unabhängig von ihrer Zahl erfolgt. Das Steuerfeld ist zweckmäßig parallel zur Strahlachse gerichtet, während das Konzentrationsfeld eine schwach nach innen gerichtete Komponente aufweist. Sie wird so bemessen, daß die Elektronen unmittelbar vor dem Fluoreszenzschirm zu einem scharfen Strahl zusammenkom-

[1] Vgl. a. ETZ 1932, S. 561.

Digitized by Google

men. In Abb. 5 ist die Anordnung schematisch angegeben, Abb. 6 zeigt den gesamten Elektrodenaufbau der Braunschen Röhre.

Die Wirkung der Elektronen auf die Konzentration des Elektronenstrahles wird rechnerisch untersucht, insbesondere wird gezeigt, daß es nicht zweckmäßig ist, den Strahl in der Nähe der Anode zu stark zu konzentrieren. Denn bei sehr geringem gegenseitigem Abstand ist die abstoßende Kraft zwischen den Elektronen sehr groß, sie werden stark radial nach außen beschleunigt, erlangen also eine große Quergeschwindigkeit. Die gegenseitige Abstoßung der Elektronen wird durch eine Gasfüllung kompensiert. Wenn ungefähr 1···2% aller im Strahl vorhandenen Elektronen auf Argonmoleküle treffen, so werden hinreichend viel Ionen erzeugt, durch die die Abstoßung wieder ausgeglichen wird.

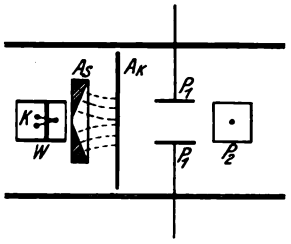


Abb. 5. Elektrodenanordnung zur Erzielung einer reinen Emissionssteuerung.

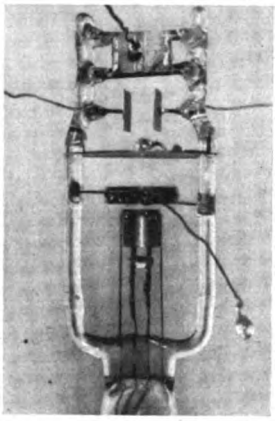


Abb. 6. Elektrodenaufbau der Braunschen Röhre des Reichspostzentralamts.

Gleichzeitig mit der Helligkeit ändert sich im allgemeinen auch die Lage des Fluoreszenzfleckes auf dem Schirm der Braunschen Röhre. Es wird gezeigt, daß diese Lagenänderung 1. auf Unsymmetrien, 2. auf Raumladungen, 3. auf den Strom über die Ablenkplatten zurückzuführen ist. Die Unsymmetrien werden durch besondere Herstellungsverfahren beseitigt, die Raumladungen durch Einführung besonderer Elektroden. Der Einfluß der Ströme über die Ablenkplatten wird durch entsprechende Bemessung der äußeren Schaltung unterdrückt. Die erzielten Versuchsergebnisse werden durch photographische Aufnahmen belegt. (E. Hudec, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 9 S. 213.) *Sb.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Elektrisierung neuer Linien in der Schweiz[1]. — Am 15. V. 1933 ist der elektrische Betrieb mit Einphasen-Wechselstrom 15 000 V 16⅔ Per/s auf den Strecken Delsberg—Delle (40 km) und Uznach—Ziegelbrücke—Linthal (38,8 km) der schweizerischen Bundesbahnen aufgenommen worden. Vorgängig der eigentlichen Elektrisierung mußten verschiedene vorbereitende Arbeiten größeren Umfanges durchgeführt werden, wie der Ersatz des eisernen Viaduktes bei St. Ursanne durch einen gewölbten Viadukt aus Beton, der Ersatz verschiedener kleinerer Brücken durch einbetonierte Eisenträger, die Abdichtung der Tunnelgewölbe, die Tieferlegung der Gleise in den Tunneln, die Erhöhung von verschiedenen Überführungen usw.

Was die Elektrisierungsarbeiten dieser Linie selbst anbelangt, so mögen folgende allgemein gehaltene technische Angaben zur Orientierung dienen. Die Fahrleitung ist nach den bisher üblichen Anordnungen hergestellt worden. Sie besteht aus einem Kupferprofildraht von 107 mm² Querschnitt, der an einem Tragseil von 50 mm² Querschnitt alle 10···12 m aufgehängt ist. Für die Abstützung wurden verzinkte Tragmaste mit Auslegern und Querträgern verwendet. In den Kurven der freien Strecke ist die Fahrleitung schräghängend angeordnet worden, d. h. das Tragseil ist seitlich vom Gleise an den Masten befestigt, während der Fahrdraht, von den sich schief einstellenden Hängedrähten gehalten, über Gleismitte verläuft. Für die Streckenschaltung wurden in den größeren Stationen Ölschalter und in den kleineren Stationen Hörnerschalter eingebaut. Die ganze Fahrleitungsanlage ist im Interesse großer Betriebsicherheit mit Doppelisolation ausgerüstet.

[1] Vgl. ETZ 1930, S. 19; 1931, S. 1176, 1391 u. 1580; 1932, S. 1062; 1933, S. 336.

Die Speisung der Strecke Delsberg—Delle erfolgt durch das neu erstellte Unterwerk Delsberg, welches mit dem Unterwerk Muttenz durch 2 einpolige 33 kV-Übertragungsleitungen von 40 km Länge verbunden ist. Diese 33 kV-Übertragungsleitungen sind auf dem Fahrleitungsgestänge der Strecke Basel—Delsberg montiert. Die Leiter bestehen aus Kupferseilen von 95 mm² Querschnitt. Das Unterwerk Delsberg ist mit 2 Transformatoren von je 3000 kVA für die Transformierung von 33 kV auf die Fahrdrahtspannung 15 kV ausgerüstet. Im Unterwerk Muttenz gelangte ein weiterer Dreispannungstransformator 66/33/15 kV von 6000 kVA und die 33 kV-Schaltanlage zur Aufstellung. Wegen der einseitigen Speisung der Strecke Delsberg—Delle wurde zur Aufrechterhaltung des Betriebes in Störungsfällen eine Hilfsleitung gebaut.

Die Kosten der Elektrisierung der Strecke Delsberg—Delle betragen im einzelnen:

1.	Ausrüstung der Strecke, Herstellung des Lichtraumprofiles und Umbau der Schwachstromanlagen	4 033 000 Fr
2.	Übertragungsleitung Muttenz—Delsberg .	417 000 „
3.	Unterwerk Delsberg	960 000 „
4.	Erweiterung des Unterwerkes Muttenz .	250 000 „
5.	Abschreibungen	125 000 „
	zusammen	5 785 000 Fr.

Die Genehmigung des Projektes für die Ausrüstung einiger Gleise mit dem Fahrdraht im Bahnhof Delle steht zur Zeit noch aus, so daß mit diesen Arbeiten noch nicht begonnen werden konnte. Der Maschinenwechsel erfolgt einstweilen auf der schweizerischen Grenzstation Boncourt. Mit der Elektrisierung dieser Strecke ist das letzte Teilstück der internationalen Querverbindung Domodossola—Lötschberg—Bern—Delsberg—Delle auf elektrischen Betrieb umgestellt worden.

Die Speisung der Strecke Ziegelbrücke—Linthal erfolgt vorläufig ohne besondere Vorkehrungen vom Unterwerk Sargans über die Fahrleitung Sargans—Ziegelbrücke. Die Strecke Uznach—Ziegelbrücke wird vorläufig vom Schaltposten Wattwil über die Fahrleitung Wattwil—Uznach gespeist. Nach Erstellung des Etzelwerkes werden beide Strecken vom Etzelwerk aus über die Fahrleitung Lachen—Ziegelbrücke resp. Rapperswil—Uznach gespeist. Von der Erstellung der auf den meisten einspurigen Strecken eingebauten Hilfsleitung wurde auf der Strecke Uznach—Ziegelbrücke wegen der Möglichkeit der zweiseitigen Speisung abgesehen. Ebenso ist aus Ersparnisgründen die Hilfsleitung auf dem Teilstück Schwanden—Linthal weggelassen worden. Die Anwendung von Einphasen-Wechselstrom in einer Spannung von 15 000 V im Fahrdraht machte den Umbau der elektrischen Schwachstrom- und Niederspannungsanlagen längs der Bahn notwendig, insbesondere mußten die oberirdischen Telegraphen-, Telephon-, Signal- und Lichtleitungen gekabelt werden. Für die Schwachstromanlage wurde zum erstenmal ein Pupinkabel verwendet. Die Kosten sämtlicher Elektrisierungsarbeiten der Strecke Uznach—Ziegelbrücke—Linthal werden rd. 1,92 Mill RM[1] betragen. Trotz der erheblichen Ausgaben für die Elektrisierung dieser Strecken werden die jährlichen Betriebskosten beider Strecken nicht wesentlich höher sein als beim Dampfbetrieb. *Egb.*

[1] 1 RM = 1.25 Schw. Fr.

Londoner Verkehrsmonopol. — Die Beratungen über die Zusammenfassung der Londoner Verkehrsbetriebe, die seinerzeit beim Amtsantritt der Nationalen Konzentrationsregierung unterbrochen wurden, sind Ende November 1932 wieder aufgenommen und vor kurzem durch Annahme eines ausführlichen Gesetzentwurfes in beiden Häusern des englischen Parlaments zum Abschluß gebracht worden. Damit hat das „London Transport Bill" in einer gegenüber dem ursprünglichen Vorschlag etwas veränderten Form Gesetzeskraft erlangt, und vom 1. VII. 1933 ab verwaltet ein siebengliedriger Ausschuß, der London Transport Board, das Verkehrsmonopol für Groß-London, ein Gebiet von 4600 km² mit einer Bevölkerung von rd. 9 Mill Menschen.

Sämtliche in diesem Gebiet bestehenden Autobus-, Straßen- und Untergrundbahnlinien mit einem Betriebsmittelpark von 5770 Kraftomnibussen, 3000 Untergrundbahnwagen, 2660 Straßenbahnwagen und Oberleitungsomnibussen sowie deren Hilfsbetriebe gehen damit in den Besitz des Transport Board über, welcher die bisherigen Unternehmer zum Teil durch Barzahlung, zum überwiegenden Teil aber mit Obligationen des neuen

Digitized by Google

Monopolunternehmens ablöst. Mit den vier großen Hauptbahnen, deren Strecken in London zusammenlaufen (der Southern Railway, Great Western Railway, London Midland & Scottish Railway und London and North Eastern Railway), wurde eine Poolung der Verkehrseinnahmen auf deren Vorortstrecken vereinbart.

Als Begründung für die Notwendigkeit dieser tiefgreifenden Maßnahmen wurde angeführt, daß ohne eine solche Zusammenfassung der bereits dringend gewordene Ausbau elektrisch betriebener Schnellbahnstrecken im Osten und Norden der Stadt sowie eine Erweiterung des Untergrundbahnnetzes unter den gegenwärtigen Verhältnissen nur durchführbar ist, wenn durch die Zusammenfassung aller Verkehrsmittel der Hauptstadt unter einheitlicher, planmäßiger Leitung der unwirtschaftliche Konkurrenzkampf zwischen Straßen- und Schienenverkehr ausgeschaltet wird. Man erwartet von der Zusammenfassung eine bessere Koordinierung und Ausnutzung der bestehenden Verkehrsmittel sowie erhöhte Planmäßigkeit im weiteren Ausbau und Betrieb des Londoner Verkehrssystems, die letzten Endes dem reisenden Publikum zugute kommen muß.

Begreiflicherweise machten sich gegen die zwangsweise Übernahme der bestehenden Privatunternehmungen durch einen wenn auch nur indirekt unter staatlichem Einfluß stehenden, mit außerordentlichen Vollmachten ausgestatteten Ausschuß heftige Widerstände geltend, die sich auf politische, finanzielle und geschäftliche Einwände stützten.

Der Plan wurde erstmals von der sozialistischen Regierung Macdonald in Form eines Gesetzentwurfes dem Parlament vorgelegt und von dem damaligen Verkehrsminister als Sozialisierungsmaßnahme gepriesen. Obgleich die Konzentrationsregierung nunmehr bei Wiedervorlage des Entwurfes den staatlichen Einfluß und die ministerielle Verantwortlichkeit ausgeschaltet hat, blieben eine Reihe von Bedenken grundsätzlicher Natur bestehen, welche sogar einzelne Abgeordnete der Regierungsparteien veranlaßten, gegen die Vorlage Stellung zu nehmen.

Unter anderem wurde darauf hingewiesen, daß die Zusammenfassung der Unternehmen auch die Vereinigung der 200 000 Angestellten in einer einzigen gewerkschaftlichen Organisation zur Folge haben würde, was einer Erhöhung der Streikgefahr gleichkomme.

Die Regierung wies darauf hin, daß ähnliche Gründungen — der Central Electricity Board, die British Broadcasting Corporation oder die Imperial Communications Company — unter einer konservativen Regierung zustande gekommen seien.

Der in Opposition befindliche Teil der Arbeiterpartei begründete seine Gegnerschaft damit, daß dem Vorschlag durch die vorgenommenen Änderungen der Charakter einer Sozialisierungsmaßnahme genommen sei. Dennoch erfolgte schließlich die Annahme des Entwurfes mit großer Mehrheit.

Der Kapitalwert des neuen Riesenunternehmens beträgt rund 2,5 Mrd RM[1]. Die Wirtschaftlickeitsrechnungen wurden unter Zugrundelegung der Jahre 1929 ··· 1931 angestellt und ergaben den geringen Überschuß von jährlich 3,2 Mill RM. Würde man das Jahr 1932 mit seinen etwas geringeren Verkehrsziffern und höheren Brennstoffpreisen zugrunde legen, so ergäbe sich ein Abgang von etwa 15 Mill RM. Die finanzielle Grundlage des Unternehmens wird daher von vielen Seiten für unzureichend erachtet.

Interessant ist die Widerlegung dieses Einwandes von seiten der Regierung, die in der optimistischen Feststellung gipfelte, das Jahr 1932 sei ein ausnahmsweise ungünstiges gewesen und dürfe daher als Grundlage nicht herangezogen werden. Im übrigen sei ein etwaiges Defizit nicht größer, ob es ein großes oder eine Anzahl kleiner Unternehmungen treffe. Dazu muß bemerkt werden, daß der Rückgang der Verkehrsleistungen in London im Vergleich zu Großstädten des Kontinents geringfügig erscheint.

Den wichtigsten der bestehenden Unternehmungen wird die Zusammenfassung nicht aufgezwungen, sondern sie hatten Gelegenheit, eine Reihe von Einzelbestimmungen des Gesetzes in gegenseitigem Einvernehmen festzulegen. Die Zustimmung der Metropolitan Railway war nur gegen eine Dividendengarantie zu erreichen. Die Vorort- und Untergrundbahnen erwarten von dem Fortfall des oft ungeregelten Wettbewerbs besonders der kleineren Autobusunternehmer eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit ihrer Betriebe. Von mancher Seite wurden Befürchtungen laut, daß gerade diese Ausschaltung des Wettbewerbes zu einer Erhöhung der Fahrpreise führen würde. Demgegenüber wurde von dem Vorsitzenden des Transport Board die Erklärung abgegeben, daß eine solche Erhöhung nicht geplant sei und vermutlich auch keine Steigerung der Einnahmen mit sich bringen würde. Das gegenwärtige Tarifsystem beruht auf einer Staffelung der Fahrpreise von 8 Pf bis 1 RM, ergibt also für kurze Distanzen bedeutend niedrigere, für lange Fahrten dagegen höhere Preise als in Berlin.

Im abgelaufenen Geschäftsjahr wurden von den nunmehr vereinigten Unternehmungen insgesamt 3,5 Mrd Fahrgäste befördert. *v. Str.*

[1] 1 £ = 20 RM.

Elektrischer Betrieb der Bilbao-Portugalete-Bahn. — Die bedeutende Industriestadt Bilbao an der Nordküste Spaniens wird mit dem nordwestlich gelegenen Hafen Portugalete durch die in 1,67 m Breitspur ausgeführte B.P.-Bahn verbunden, die längs des Nervionflusses verläuft. Diese doppelgleisige, 11,9 km lange Hauptstrecke dient in der Hauptsache dem Vorortverkehr nach den Orten Olaveaga, Luchana, Desierto und Sestao und befördert neben allgemeiner Fracht besonders Eisenerze aus dem Bilbaoer Minengebiet nach dem Seehafen Portugalete. Eine 3,2 km lange Zweigstrecke Bilbao—Olaveaga vervollständigt den von der gleichnamigen Hauptstrecke gebildeten Halbkreis zu einem Vollkreise. Mit der Spanischen Nordbahn wird gemeinsamer Güterwagenverkehr unterhalten. Die durchfahrene Gegend ist hügelig, mit Steigungen bis zu 12 ‰.

Der nunmehr durchgeführte elektrische Betrieb verwendet Gleichstrom von 1650 V, der an 4 Speisepunkten von dem Unterwerk Luchana, das etwa in Streckenmitte liegt, bezogen wird. Luchana hat zwei Gleichrichtersätze von je 825 kW, von denen einer als Ersatz dient. Der Primärstrom wird über zwei unabhängig voneinander arbeitende Werkleitungen mit 3000 V-Drehstrom, 50 Per/s, bezogen und kann beliebig auf die beiden Gleichrichtersätze geschaltet werden. Die Schaltanlage ist handbedient, mit Ausnahme der Hochspannungs-Ölschalter und der Schnellschalter für die abgehenden Gleichstrom-Speiseleitungen. Die Streckenleitung ist als Einfach-Kettenfahrleitung ausgeführt. An Fahrzeugen sind neu erstellt: 8 vierachsige Personentriebwagen von je 52 t Leergewicht für 60 ··· 70 km/h Höchstgeschwindigkeit mit 4 Motoren, von denen je 2 dauernd in Reihe geschaltet bleiben. Eine Mehrfach-Zugsteuerung ist nicht vorhanden, hingegen kann das Anfahren entweder durch Handstufenschalter oder selbsttätig durch Stromwächter vorgenommen werden. In lezterem Falle ist die durchschnittliche Beschleunigung etwa 0,45 m/s², steigerbar bis zu 0,58 m/s². Der Personenzug besteht aus je 1 Triebwagen 3. Klasse und 3 Beiwagen 1. und 2. Klasse, 7 Beiwagen haben eine elektrische Führerstandseinrichtung erhalten, so daß 7 Vierwagenzüge zusammengestellt werden können. Ferner sind vorhanden 3 Gütermotorwagen, die je Drehgestell nur einen Motor haben. Da auch diese Motoren nur für 825 V Klemmenspannung bemessen sind, ist nur eine Hauptschaltung möglich. 3 wirtschaftliche Geschwindigkeiten werden indessen durch eine Vollfeld- und zwei Feldschwächstufen erreicht. Die Gütermotorwagen befördern Anhängezuggewichte bis zu 100 t mit Geschwindigkeiten von 30 ··· 45 km/h.

Den schweren Güterverkehr besorgen 5 Lokomotiven, Bauart B_0B_0 der General Electric Co. Bei einem Dienstgewicht von 68 t kann eine Dauerzugkraft von 12 t am Radumfang bei 25 km/h und 1500 V ausgeübt werden. Die Höchstgeschwindigkeit ist ebenfalls 70 km/h. Die beiden kraftschlüssig miteinander gekuppelten Drehgestelle tragen je 2 Zahnrad-Achsmotoren mit Fremdlüftung, Übersetzung 19/88. Die mit Rollenlagern versehenen 825 V-Motoren arbeiten in einfacher Reihenparallelschaltung mit zusätzlicher Feldschwächung von 75 % in der Parallelschaltung durch induktive Nebenschlüsse. Die Steuerung ist elektropneumatisch. Hierfür sowie für den Betrieb der Signalpfeifen, der Sandstreuer und der Scherenstromabnehmer ist ein 65 V-Motorluftpresser mit einem Kolbenhubvolumen von 0,71 m³/min tätig. Die nur für die Lokomotive benötigte Luftsaugebremse erfordert einen 65 V-Motorluftsauger mit einem Kolbenhubvolumen von 2,3 m³/min. Der 65 V-Hilfstrom wird aus einem 10 kW-, 1500/65 V-Motorgeneratorsatz in Verbindung mit einer Akkumulatorenbatterie bezogen. 2 Hauptmotor-Lüftersätze, angetrieben von je einem 5 PS-, 825 V-Gleichstrommotor, 1650 U/min, vervollständigen die Ausrüstung, die im übrigen wenig Bemerkenswertes bietet. (Rly. Age Bd. 93, S. 575.) *Mal.*

Digitized by Google

Fernmeldetechnik.

Das Bypath-System. — Im Februar 1933 ist in London die erste selbsttätige Vermittlungstelle nach dem Bypath-System in Betrieb genommen worden. Die feierliche Form, in der sich die Überleitung vollzog, sowie der Name „Advance" dieser Vermittlungstelle lassen erkennen, welche grundsätzliche Bedeutung man in England der Einführung des Bypath-Systems beimißt. Auch die Aufmerksamkeit der übrigen Fachwelt ist bereits durch mehrere Veröffentlichungen auf dieses System gelenkt worden, und schon sind die Erörterungen über dessen Für und Wider im vollen Gange.

Wie schon der Name Bypath (Nebenweg) andeutet, handelt es sich um ein System mit getrennten Einstell- und Sprechwegen. Die Gedankengänge, die zur Entwicklung derartiger Systeme geführt haben, sind kurz folgende: Ein großer Teil der Schaltglieder eines Wählers wird nur zur Aufnahme und Weitergabe der Stromstöße und zur Einstellung des Wählers selbst benötigt, während er für die Aufrechterhaltung der Verbindung und für die Übermittlung der Sprechströme entbehrlich ist. Da nun die für die Einstellung des Wählers erforderliche Zeit nur einen recht kleinen Bruchteil der gesamten Belegungsdauer ausmacht, so lag es wohl nahe, diesen Teil der Wählerschaltung nur in einem seiner tatsächlichen Inanspruchnahme entsprechenden Umfange vorzusehen. So entstanden besondere Einstellwähler, die nur zum Aufbau einer Verbindung benutzt, aber wieder freigegeben werden, sobald die von ihnen elektrisch gekennzeichneten Leitungen oder Anschlüsse von den Sprechwählern aufgesucht worden sind.

Derartige Systeme mit getrennten Einstell- und Sprechwegen sind an sich nicht neu. Das Bypath-System zeigt indes zwei bemerkenswerte Eigentümlichkeiten, auf die kurz eingegangen sei:

1. Jede Wahlstufe ist für sich mit Sprechwählern und Einstellwählern in einem festen Verhältnis (9 : 1) ausgestattet. Die einer Wahlstufe zugeordneten Einstellwähler wirken nur bei der Einstellung der Wähler eben dieser Wahlstufe mit und sind beim weiteren Aufbau der Verbindung bereits wieder abgeschaltet.

2. Es werden auch in den Einstellwegen nur Drehwähler (im allgemeinen 100teilige) verwendet.

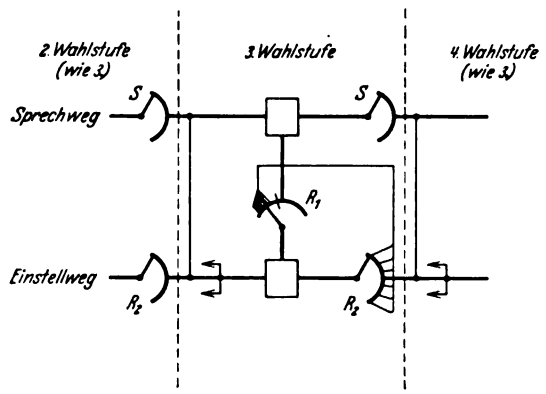


Abb. 7. Grundsätzliche Anordnung der Wähler im Bypath-System.

Das Zusammenarbeiten zwischen den Einstell- und Sprechwählern ist aus Abb. 7 ersichtlich. Der Einstellwähler R_2 der 2. Wahlstufe möge den Sprechwähler S der 3. Wahlstufe sowie den für 9 Sprechwähler gemeinsamen, aus den Wählern R_1 und R_2 nebst 15 Relais bestehenden Einstellsatz belegt haben. Die der 3. Wahlstufe geltenden Stromstöße schalten den Wähler R_1 schrittweise voran. Gleichzeitig sucht der Wähler R_2 in freier Wahl, die indes erst bei dem von R_1 gekennzeichneten Kontakt beginnt, eine freie Leitung nach einem Sprechwähler (nebst Einstellsatz) der 4. Wahlstufe, u. zw. in der durch R_1 gekennzeichneten Gruppe. Nach Beendigung der Stromstoßreihe wird aus dem durch Stromstoß gesteuerten Wähler R_1 ein Anrufsucher, der den von R_2 der 2. Wahlstufe gekennzeichneten Sprechweg aufsucht und seinerseits den Sprechwähler S der 3. Wahlstufe veranlaßt, den von R_2 der 3. Wahlstufe gekennzeichneten Sprechwähler der 4. Wahlstufe aufzusuchen. Inzwischen gelangt die nächste Stromstoßreihe bereits über R_1, den Einstellsatz und R_2 der 3. Wahlstufe zum Einstellsatz der 4. Wahlstufe, während der Einstellsatz der 2. Wahlstufe endgültig abgeschaltet wird. Derselbe Vorgang wiederholt sich in allen Wahlstufen mit gewissen durch den Wegfall der freien Wahl bedingten Abweichungen in der Leitungswählerstufe.

Nach den Angaben der Schöpfer des Systems bestehen dessen Vorzüge zunächst in einer Verminderung der Kosten für die technische Einrichtung selbst (die Sprechwähler enthalten nur je 1 Relais). Aber auch für den Instandhaltungsdienst sollen sich wesentliche Vereinfachungen ergeben, weil nur Drehwähler verwendet werden, die, abgesehen von der Zahl der Kontaktkränze und der Anordnung der Wählerarme, vollkommen einheitlich gebaut sind, keine Litzenkabel enthalten und mit größter Leichtigkeit herausgenommen und wieder eingesetzt werden können. Während ferner die Zahl der in die 10 einzelnen Gruppen führenden Ausgänge der Hebdrehwähler stets ein und dieselbe sei (nämlich 10), habe man es bei Verwendung von Drehwählern in der Hand. mit Hilfe einfacher Umschaltungen in der Verdrahtung des Kontaktfeldes den stärker belasteten Gruppen mehr und dafür den geringer belasteten Gruppen weniger Ausgänge zuzuweisen.

Von den fernsprechtechnischen Neuerungen, die bei der Entwicklung des Bypath-Systems berücksichtigt worden sind, ohne mit diesem in unmittelbarem Zusammenhang zu stehen, verdienen noch die folgenden hervorgehoben zu werden: Für den Fall, daß sämtliche Leitungen eines unmittelbar zum Gegenamt führenden (kleinen) Bündels besetzt sind, wird das zu einem „Tandem"-Amt führende (große) Leitungsbündel hilfsweise mitbenutzt (alternative trunking). Die Speisung der Teilnehmer während eines Gesprächs geht von der vorletzten Wahlstufe aus. Dies verringert die Kosten der technischen Einrichtung, weil die Wähler der vorletzten Wahlstufe in wesentlich kleinerer Anzahl vorhanden sind als die der LW-Stufe.

Zur Zeit ist die Fachwelt noch geteilter Ansicht darüber, ob das Bypath-System in Wirklichkeit ein Fortschritt ist, wie es der Name der jüngst eröffneten Vermittlungstelle so selbstsicher behauptet. Man wird gut tun, abzuwarten, wie das neue System, das neben seinen Vorzügen zweifellos auch Nachteile hat, sich im Betriebe bewähren wird. *Rtg.*

Die gegenseitige Einwirkung von Anoden- und Gitterkreisen in Verstärkern und Rundfunkempfängern. — W. Kautter gibt eine allgemeine Behandlung des Anodenrückwirkungsproblemes an Hand von Ersatzbildern, Ortskurven und Diagrammen ohne größeren mathematischen Aufwand. Betrachtet wird sowohl die Einwirkung des Anodenkreises auf den Gitterkreis als auch umgekehrt die im allgemeinen weniger beachtete vom Gitterkreis auf den Anodenkreis. Beide lassen sich in ihrem wesentlichen Gehalt auf eine und dieselbe sehr einfache Formel bringen, die sich an Hand eines Ortskreises leicht deuten läßt. Letztere Rückwirkung zeigt sich besonders bei Hochfrequenzverstärkern in einer gegenseitigen Abstimmungsabhängigkeit von Anoden- und Gitterkreis. Mittels zweier Hilfstafeln wird die Berechnung der Rückwirkung nach reeller und imaginärer Komponente wesentlich erleichtert und die maximale Wirkkomponente, auf die es vor allem ankommt, bei verschiedenen Phasenwinkeln der Anodenlast angegeben. Ausgehend von diesen Beziehungen werden praktische Schlußfolgerungen für die größte zulässige Anoden-Gitter-Kapazität in Niederfrequenzverstärkern und Rundfunkempfängern gegeben, wenn die Stabilität gegen Schwingungen nicht gefährdet werden soll. An allen wesentlichen Stellen sind praktische Rechenbeispiele eingefügt. (W. Kautter, Tekn. T. Bd. 63 [Elektrotechnik] S. 39.) *Sb.*

Verschiedenes.

Gebührenordnung der Ingenieure. — (Ergänzung zu Ziff. 11 der Gebührenordnung der Ingenieure vom 1. III. 1932 betr. Statische Berechnungen als Sonderleistung.) In neuerer Zeit werden für Bauwerke außer den üblichen statischen Berechnungen auch sog. dynamische und Schwingungsberechnungen vom Auftraggeber verlangt oder erweisen sich aus Gründen der Sicherheit als notwendig, so daß der Beratende Ingenieur sie durchführen muß. Derartige Berechnungen sind schwierig und mühevoll, ihre Ausführung kann daher nicht durch die in Ziff. 11 festgesetzte Gebühr als abgeglichen betrachtet werden. Der Vorstand des AGO. hat daher folgenden Zusatz zu Ziff. 11 beschlossen:

Digitized by Google

„Werden vom Auftraggeber besondere dynamische und Schwingungsberechnungen verlangt oder durch den besonderen Zweck des Bauwerks nötig, so ist diese Leistung dem Ingenieur nach vorheriger Vereinbarung besonders zu vergüten. Sie ist nicht eingeschlossen in die Gebühr für die reine statische Berechnung."

Energiewirtschaft.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft.

Aus den Jahresberichten deutscher Elektrizitätswerke*.

(Die **fett**gedruckten Ziffern beziehen sich auf das Jahr 1931
„ *schräg* „ „ „ „ „ „ „ 1930.)

a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Firma	Einheitswerte	Vereinigte Saar-Elektrizitäts-AG., Saarbrücken	Pfalzwerke AG., Ludwigshafen	Badische Landeselektrizitätsversorgung AG. Badenwerk, Karlsruhe	OEW Bezirksverbd. Oberschwäbische Elektrizitätswerke Biberach a. d. Riß	Großkraftwerk Mannheim AG., Mannheim	Kraftübertragungswerke Rheinfelden	Neckarwerke AG., Eßlingen a. N.	Großkraftwerk Württemberg AG., Heilbronn	Württembergische Landes-Elektrizitäts-AG., Stuttgart
Art des Versorgungsgebietes bzw. der Gesellschaft		Versorgung der Kommunen des Saarlandes	Landesversorgung	Landesversorgung	Landesversorgung	Versorgung benachbarter Werke	Überlandversorgung	Überlandversorgung	Landes-Großkraftversorgung	Landes-Elektrizitätsverteilung
A Technische Angaben										
I. Leistung der Eigenerzeugung	kW	**17 900** *17 900*	**50 000** *40 000*	**57 680**[1] *56 920*	**55 485** *50 535*	**70 000**[1] *70 000*	**35 700** *31 000*	**31 573** *31 208*	**15 200** *15 200*	**580** *580*
II. Strommengen	10^3 kWh									
a) Eigenerzeugung	„	**19 673** *14 844*	**71 869** *70 946*	**139 979** *153 508*	**128 713** *113 573*	**84 328** *145 033*	**148 692** *194 308*	**29 480** *30 325*	**35 054** *28 831*	**10** *41*
b) Bezug	„	**43 112** *41 506*	**52 350** *64 070*	**317 797** *161 291*	**51 331** *28 146*	**86 391** *58 321*	**67 469** *36 330*	**82 407** *94 615*	**10 180** *11 616*	**169 244** *186 673*
c) Gesamtmenge	„	**62 785** *56 350*	**124 219** *135 016*	**457 776** *314 799*	**180 044** *141 719*	**170 719** *203 354*	**216 161** *230 638*	**111 887** *124 940*	**45 234** *40 447*	**169 254** *186 714*
III. Nutzbare Abgabe	„	**57 912** *52 816*	**109 464** *121 521*	**420 121** *282 350*	**155 456** *118 949*	**159 713** *188 669*	**205 419** *219 843*	**87 606** *99 400*	**43 506** *38 457*	**159 995** *173 530*
B Bilanz										
a) Aktiva		*								
I. Anlagevermögen										
1. Kraftwerke einschl. Grundstücke und Gebäude	10^3 RM	**2 937** *2 881*	**2 835** *2 844*	**76 153** *75 839*	**31 419**[1] *19 558*	**21 297** *21 228*	**20 528** *20 402*	**13 679** *13 379*	**3 608** *3 602*	**12 245** *10 666*
2. Fortleitung und Verteilung einschl. Zähler	„	**3 953** *3 893*	**34 502** *33 810*		**38 304**[1] *17 051*		**7 431** *7 905*	**26 071** *25 531*	**134** *134*	
3. Im Bau befindliche Anlagen	„	**271** —	**326** *371*	**79** *19*	**68** *399*		— *148*	**513** *221*	— —	**14** *1 311*
4. Betriebs- und Geschäftsinventar	„	**59** *51*	**194** *179*	— —	— —		— —	— —	— —	— —
Summe I	RM	**7 220** *6 825*	**37 857** *37 404*	**76 232** *75 858*	**69 791** *37 008*	**21 297** *21 228*	**27 959** *28 456*	**40 263** *39 131*	**3 742** *3 736*	**12 259** *11 977*
Jahresunterschied	RM %	**+ 395** *+ 5,6*	**+ 53** *+ 1,4*	**+ 374** *+ 5*	**32 793**[1]	**+ 69** *+ 0,3*	**— 497** *— 1,7*	**+1 132** *+ 2,9*	**+ 6** —	**+ 282** *+ 2,4*
II. Beteiligungen	10^3 RM	— *14*	**4 012** *4 012*	**14 129** *14 144*	**8 992** *8 871*	— —	**5 833**[1] *6 326*	**1 852** *1 809*	**1 395** *1 395*	**12** *12*
III. Umlaufsvermögen										
1. Vorräte	„	**330** *377*	**218** *325*	**335** *557*	**837** *1 128*	**523** *774*	**383** *409*	**269** *790*	**125**[1] *129*[1]	**122** *140*
2. Eigene Aktien	„	— —	— —	— —	— —	—[3]	— —	— —	— —	— —
3. Forderungen										
a) an abhängige und Konzerngesellschaften	„	— —	— —	— —	— —	—[2] —	— —	**302** —	— —	— —
b) an sonstige Schuldner	„	**3 452**[1] *793*	**5 229**[1] *3 248*	**2 319**[2] *3 201*[2]	**4 932** *5 118*	**1 506**[2] *1 195*[2]	**3 550**[2] *2 649*	**8 855**[1] *9 108*[1]	**129** *149*	**261** *284*
4. Sonstiges Umlaufsvermögen (Effekten, Bankguthaben, Kasse)	„	**115** *14*	**1 719** *1 893*	**18 422** *16 884*	**1 553** *2 263*	**2 173**[3] *2 191*	**1 859**[3] *1 552*	**399** *267*	**4** *4*	**97** *87*
Summe III	RM	**3 897**/[2] *1 184*/[2]	**7 166** *5 466*	**21 076** *20 642*	**7 322** *8 508*	**4 202** *4 160*	**5 792** *4 610*	**9 825** *10 165*	**258** *282*	**480** *511*
Jahresunterschied	RM %	— —	**+ 1 700**[1] *+ 31*	**+ 434** *+ 2,1*	**— 1 186** *— 13,9*	**+ 42** *+ 1*	**+1 182** *+ 24*	**— 340** *— 3,3*	**— 24** *— 8*	**— 31** *— 6*
IV. Bilanzschlußzahl	10^3 RM	**11 117**[2] *8 023*[2]	**49 035** *46 882*	**111 437** *110 644*	**86 105**[1] *54 387*	**25 499** *25 388*	**39 584** *39 392*	**51 940** *51 105*	**5 395** *5 413*	**12 751** *12 500*
b) Passiva										
I. Grundkapital	„	**6 157**[1] *1 690*[1]	**12 000**[1] *10 000*	**27 000** *27 000*	—[3] —	**6 186** *6 186*	**15 000** *15 000*	**30 000** *30 000*	**2 900** *2 900*	**7 500** *7 500*
II. Reservefonds	„	**32** *25*	**943** *900*	**2 597** *2 468*	**8 108** *6 600*	**274** *252*	**853** *723*	**2 574** *2 344*		**251** *229*
III. Rückstellungen	„	**1 422** *1 018*	**19 346** *18 290*	**14 434** *12 216*	**631** *550*	**298** *245*	**7 819** *7 251*	**500** *400*	**1 071** *952*	**2 110** *1 710*
IV. Wertberichtigungen	„	**206** *63*			**28 726**[1] *50*	**6 156** *4 965*		**7 350** *6 771*		
V. Verbindlichkeiten										
1. an abhängige und Konzerngesellschaften	„	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
2. aus Anleihen	„	**1 890** *4 558*	**13 337** *14 046*	**54 900** *55 296*	**46 623** *45 683*	**11 493** *12 649*	**12 058** *12 063*	**9 004**[2] *8 514*	— —	**2 457** *2 394*
3. Sonstige	„	**1 238** *507*	**2 891** *2 929*	**10 118** *11 092*	**1 962** *1 444*	**764** *702*	**2 908**[3] *2 638*	**1 312** *1 196*	**1 415** *1 553*	**99** *250*
Summe V	RM	**10 945**[2] *7 861*[2]	**16 228** *16 975*	**65 018** *66 388*	**48 585** *47 127*	**12 257** *14 999*	**14 966** *14 701*	**10 316** *10 710*	**5 386** *5 405*	**12 417** *12 083*
Jahresunterschied	RM %	— —	**— 747** *— 4,4*	**— 1 370** *— 2*	**+ 1 458** *+ 3*	**—2 742** *— 18,4*	**+ 265** *+ 1,8*	**— 394** *— 3,5*	**— 19** *— 0,3*	**+ 334** *+ 2,7*
VI. Reingewinn	10^3 RM	**172**	**518**	**2 388**	**55**[3]	**328**	**946**	**1 200**	**9**	**334**
Dividende	%	*6*	*4,5*	*8*	—	*5*	*6*	*5*	*0*	*4*
Dividende	10^3 RM	**162**	**717**	**2 572**	**60**[3]	**389**	**1 717**	**1 880**	**8**	**417**
	%	*6*	*7*	*9*	—	*6*	*10*	*7*	*0*	*5*
VII. Bilanzschlußzahl	10^3 RM	**11 117** *8 023*	**49 035** *46 882*	**111 437** *110 644*	**86 105** *54 387*	**25 499** *25 388*	**39 584** *39 392*	**51 940** *51 105*	**5 395** *5 413*	**12 751** *12 500*

* Vgl. ETZ 1933, S. 506.

Digitized by Google

a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Firma	Einheitswerte	Vereinigte Saar-Elektrizitäts-AG., Saarbrücken	Pfalzwerke AG., Ludwigshafen	Badische Landeselektrizitätsversorgung, AG. Badenwerk, Karlsruhe	OEW Bezirksverbd. Oberschwäbische Elektrizitätswerke Biberach a. d. Riß	Großkraftwerk Mannheim AG., Mannheim	Kraftübertragungswerke Rheinfelden	Neckarwerke AG., Eßlingen a. N.	Großkraftwerk Württemberg AG., Heilbronn	Württembergische Landes-Elektrizitäts-AG., Stuttgart
Art des Versorgungsgebietes bzw. der Gesellschaft		Versorgung der Kommunen des Saarlandes	Landesversorgung	Landesversorgung	Landesversorgung	Versorgung benachbarter Werke	Überlandversorgung	Überlandversorgung	Landes-Großkraftversorgung	Landes-Elektrizitätsverteilung
C Gewinn- und Verlustrechnung										
a) Aufwendungen	10^3 RM									
I. Ausgaben für										
1. Betrieb	"	— —	**6 920** *7 566*	**6 008** *7 081*	**5 057**[4] *3 858*	} —[4]	**1 341** *1 343*	**1 345** *1 448*	**60** *68*	**629** *654*
2. Sonstiges	"	— —	— —	**1 355** *1 535*	— —		— —	**1 654**[3] —	— —	— —
II. Abschreibungen	"	**388** *339*	**1 144** *1 334*	**2 036** *2 089*	**2 302** *2 922*	**1 191** *1 038*	**800** *800*	**800** *1 000*	**120** *120*	**400** *450*
III. Zinsen	"	— —	— —	**2 580** *1 789*	**3 082** *2 134*	**604** *715*	**591** *587*	**632** *580*	**16** *26*	— —
IV. Steuern	"	— —	— —	— —	— —	— —	— —	**1 163** *1 201*	**62** *66*	**211** *242*
Summe a)	RM	**388** *339*	**8 064** *8 900*	**11 979** *12 494*	**10 441** *8 914*	**1 795** *1 753*	**2 732** *2 730*	**5 594** *4 229*	**258** *280*	**1 240** *1 346*
Jahresunterschied	RM %	+ **49** *14,5*	— **836** — *9,2*	— **515** — *4,1*	+**1 527**[4] + *17*	+ **42** + *2,4*	— **2** —	+**1 365** + *32*	— **22** — *8*	— **106** — *8*
V. Reingewinn	10^3 RM	**172** *162*	**518** *717*	**2 388** *2 572*	**55** *60*	**328** *389*	**946** *1 717*	**1 200** *1 880*	**9** *8*	**334** *417*
Jahresunterschied	RM %	+ **10** + *6*	— **199** — *27,7*	— **184** — *7*	— —	— **61** — *18*	— **771** — *45*	— **680** — *36*	+ **1** —	— **83** — *20*
VI. Bilanzschlußzahl	10^3 RM	**560** *501*	**8 582** *9 617*	**14 367** *15 066*	**10 496** *8 974*	**2 123** *2 142*	**3 678** *4 447*	**6 794** *6 109*	**267** *288*	**1 574** *1 763*
b) Erträgnisse										
I. Betriebseinnahmen aus										
1. Stromverkauf	"	}	}	}	**9 876** *8 709*	}	}	}	}	}
2. Installationen	"	**558** *486*	**8 566** *9 573*	**14 133** *14 989*		**2 118**[4] *2 140*	**2 994** *3 891*	**6 392** *6 004*	**259** *279*	**1 524** *1 648*
3. Sonstigem	"	}	}	**220** *42*	**560** *208*	}	**628** *485*	}	}	**39** *106*
Summe I	RM	**558** *486*	**8 566** *9 573*	**14 353** *15 031*	**10 436** *8 917*	**2 118** *2 140*	**3 622** *4 376*	**6 392** *6 004*	**259** *279*	**1 563** *1 754*
Jahresunterschied	RM %	+ **72** + *14,8*	—**1 007** — *10,5*	— **678** — *4,4*	+**1 519** + *17*	— **22** — *1*	— **754** — *17*	+ **388** + *6,4*	— **20** — *7*	— **191** — *11*
II. Beteiligungen	10^3 RM	— —	— —	— —	— —	— —	— —	**220** —	— —	— —
III. Vortrag und Sonstiges	"	**2** *15*	**16** *44*	**14** *35*	**60** *57*	**5** *2*	**56** *71*	**182** *105*	**8** *9*	**11** *9*
Summe b)	RM	**560** *501*	**8 582** *9 617*	**14 367** *15 066*	**10 496** *8 974*	**2 123** *2 142*	**3 678** *4 447*	**6 794** *6 109*	**267** *288*	**1 574** *1 763*
Jahresunterschied	RM %	+ **59** + *11,9*	—**1 035** — *10,7*	— **699** — *4,5*	+**1 522** + *17*	— **19** — *0,9*	— **769** — *17*	+ **685** + *11,2*	— **21** — *7*	— **189** — *10,9*
IV. Bilanzschlußzahl	10^3 RM	**560** *501*	**8 582** *9 617*	**14 367** *15 066*	**10 496** *8 974*	**2 123** *2 142*	**3 678** *4 447*	**6 794** *6 109*	**267** *288*	**1 574** *1 563*

Bemerkungen:

Zu I.

* Die in den Berichten in französ. Währung angegebenen Zahlen sind in der Tabelle in RM umgerechnet, und zwar ist eingesetzt

für 1930 100 fr. Fr. = 16,53 RM
„ 1931 100 „ „ = 16,49 „

1 Im Jahre 1930 ist die noch fehlende Einzahlung auf das 6,142 Mill RM betragende AK. im Werte von 4,452 Mill RM unter den Aktiven nicht aufgeführt.

Im Jahre 1931 sind 3,410 Mill RM eingezahlt worden, so daß noch 2,732 Mill RM einzuzahlen sind. Diese erscheinen auf der Aktivseite und sind in der unter III 3 b angegebenen Summe von 3,452 Mill RM enthalten.

2 Die Zahlen sind aus dem unter 1. angeführten Grunde nicht vergleichbar.

Zu II.

1 Das AK. ist um 2,0 Mill RM erhöht worden, die noch fehlende 75 % Einzahlung erscheint unter III 3 b als Außenstände in den Aktiven.

Zu III.

1 Geschäftsjahr April/März.

2 In diesen Summen ist das Disagio der 6 % Schweizer-Franken-Anleihe mit 0,382 (0,405) Mill RM enthalten. Die Debitoren sind von 1,908 Mill RM auf 2,768 Mill RM gestiegen.

Zu IV.

1 Für 1931 ist die Aufstellung der Bilanz nach einem anderen Modus erfolgt. Es sind beim Anlage-Vermögen nicht die Nettowerte, wie vordem, sondern die Anschaffungswerte eingesetzt, wogegen ein neues Passiv-Konto, Erneuerungs-Rücklagen, mit 28,5 Mill RM errichtet worden ist, wodurch sich die Bilanzschlußzahl vergrößert.

2 Eigenes Grundkapital besitzt der Bezirksverband nicht. Sein Betriebsvermögen besteht aus den bei seinen Verbandsmitgliedern aufgenommenen Anleihen und aus aufgesparten Rücklagen.

3 Dividende gelangt nicht zur Ausschüttung. Der Reingewinn wird für normale und besondere Abschreibungen und Rücklagen verwendet und ein kleiner Rest vorgetragen.

4 Durch Aufnahme des Bezirksverbandes Kraftwerk Heimbach hat der Betrieb eine bedeutende Steigerung erfahren.

Zu V.

1 Geschäftsjahr April/März.

2 In diesen Summen sind 0,9 (0,9) Mill RM noch fehlende A.-K.-Einzahlung enthalten; ferner an befreundete Gesellschaften gewährte Darlehen, 0,54 (0) Mill RM und Debitoren 0,058 (0,295) Mill RM.

3 Über ein Wertpapierkonto sind größere Käufe von eigenen Vorzugsaktien A und B und eigene Obligationen für spätere Amortisationen vorgenommen. Da jedoch weder Nominalwerte noch Anschaffungs- und Bilanzkurse im Bericht genannt werden, müssen diese Posten unter III 4. aufgeführt werden.

4 Zahlen für Betrieb und Steuern sind nicht angegeben, sondern direkt von den Erträgnissen abgebucht; auch diese Netto-Erträgnisse erscheinen nicht gesondert, sondern sind in einer Zahl zusammengefaßt.

Digitized by Google

Zu VI.

1 Der Unterschied von rd. 0,49 Mill RM stammt lt. Bericht aus der Rückzahlung fällig gewordener schweizerischer Titel und aus Kursverlusten.

2 Die Erhöhung ist im Bericht mit vorübergehend der Schluchsee-Werke AG. gewährten Darlehen und mit der letzten 10prozentigen Einzahlung auf das A.-K. des Kraftwerkes Schwörstadt begründet.

3 Dem um rd. 0,3 Mill RM erhöhten Bestande an sonstigem Umlaufsvermögen stehen sonstige Verbindlichkeiten in etwa gleicher Höhe gegenüber.

Zu VII.

1 In dem Posten III 3 b sind die fehlenden Einzahlungen der jungen Aktien mit je 7,5 Mill RM enthalten.

2 Hierin sind enthalten die Verbindlichkeiten gegenüber der Gesfürel mit 0,92 Mill RM sowie 0,43 Mill RM ausgeliehener Obligationen plus Zinsen, die erst im neuen Jahre zur Auszahlung gelangen.

3 Enthält Erwerb einer Wasserkraftanlage, eines Grundstückes, Ausgaben für Erweiterungsbauten sowie eine Nachbesteuerung.

Zu VIII.

1 Betriebsvorräte und im Bau befindliche Anlagen sind in der Bilanz zusammengezogen.

AUS LETZTER ZEIT.

Ankurbelung des Elektrogewerbes als Schlüsselindustrie. — Am 12. IX. fand in der Industrie- und Handelskammer in Berlin eine Sitzung statt, an der sämtliche beteiligte Kreise des Elektrogewerbes, der Industrie, des Handels und Handwerks teilnahmen. Zur Durchführung des von dem Elektroausschuß der Industrie- und Handelskammer augearbeiteten Planes, nach welchem jeder Volksgenosse in den Dienst der Arbeitsbeschaffung gestellt werden soll, wurde die „Elektro-Front" gebildet, die sich auf die Handelkammer, die Handwerkskammer und den Treuhänder der Arbeit für Berlin-Brandenburg stützt. Es handelt sich dabei um Kleinarbeit, nach welcher der einzelne Haushalt der Arbeitgeber sein soll. Die Hausinstallationen bergen noch eine derartige Auftragsfülle für die Installateure in sich, daß sie noch ein großes Arbeitsgebiet für die Ankurbelung der Wirtschaft darstellen. „Wenn das Projekt auch zuerst der Elektrobranche zugute komme, so werde es doch", nach den Ausführungen des Staatskommissars Engel, „auch die anderen Wirtschaftszweige des Handwerks beleben, indem man das Elektrogewerbe als Schlüsselindustrie zunächst ankurble."

30 Jahre Deutsches Arbeitsschutzmuseum. — Das Deutsche Arbeitsschutzmuseum in Berlin-Charlottenburg, Fraunhoferstraße 11/12, das 1903 vom Reich gegründet wurde und somit in diesem Jahre auf ein 30jähriges Bestehen zurückblickt, sollte eine Zentralstelle für die Sammlung aller Vorrichtungen sein, die sich in der Industrie zum Schutz der Arbeiter bewährt haben, um ihre Anwendung zu verbreiten. An Stelle der nachträglich angebrachten Schutzvorrichtungen ist heute dank der Gemeinschaftsarbeit von Gewerbeaufsicht, Berufsgenossenschaften, Maschinenherstellern und -betreibern sowie Arbeitnehmern mehr und mehr die von vornherein sicher gestaltete Betriebseinrichtung gegeben. Die Gemeinschaftsarbeit, die bei den durch Verordnung geregelten Sondergebieten in die Hand besonderer mit gesetzgeberischen Funktionen betrauter Reichsausschüsse gelegt ist, sorgt dafür, daß dieser Gedanke weiter ausgebaut wird. Um aber einen vollen Erfolg zu erzielen, ist es notwendig, daß die bestehenden, dem Schutz des Menschen dienenden Regeln Allgemeingut der Techniker selbst und in ihren Grundsätzen auch Allgemeingut der Bevölkerung werden. Denn es ist immer klarer erkannt, daß die immer noch zahlreichen Unfälle erst dann auf das überhaupt mögliche Maß vermindert werden können, wenn der Mensch, einerlei an welcher Stelle der Arbeit er eingeschaltet ist, sich der Verantwortung bewußt ist, die er in dieser Beziehung sich selbst, seiner Familie und der Allgemeinheit gegenüber hat. Dazu gehört eine Kenntnis der Grundlagen und Maßnahmen des Arbeitschutzes, die über den meist eng begrenzten eigenen Tätigkeitsrahmen hinausgreift. Das gilt auch für den Haushalt, in dem die Technik immer mehr Eingang findet. Diese Kenntnisse zu fördern, ist heute die wichtigste Aufgabe des Arbeitsschutzmuseums, das in der Zeit seines Bestehens Hunderttausenden von Besuchern bereits einen Begriff von der hier geleisteten und noch zu leistenden Arbeit gegeben und für gleiche Institute im Ausland vielfach als Muster gedient hat. Das Museum ist einmal eine Schulungstätte, in der Lehrgänge stattfinden, u. a. zur Zeit Lehrgänge des Reichsluftschutzbundes, und darüber hinaus durch seine große Ausstellung eine öffentliche Bildungstätte, die zugleich geeignet ist, die weiten Kreisen noch fehlende Fühlung mit der Technik zu vermitteln, da zahlreiche in der Industrie und im Haushalt gebrauchte Maschinen und Einrichtungen im Betrieb vorgeführt werden. Die Nachbildung eines Steinkohlenbergwerkes gibt einen Begriff von der Bergmannsarbeit unter Tage. Filmvorführungen finden nach Bedarf kostenlos statt. Besuchszeiten werktäglich 9 bis 13 Uhr, sonntäglich 11 ··· 15 Uhr.) *of.*

Vereinigung der niederrheinisch-westfälischen Arbeitgeberverbände. — Die Vereinigung hat kürzlich Richtlinien der niederrheinisch-westfälischen Wirtschaft über rationellere Verteilung der Arbeitsplätze, gegen Doppelverdienertum und für Entlastung der öffentlichen Fürsorge herausgegeben. (Geschäftstelle: Düsseldorf, Humboldtstr. 31.)

Siemens-Ring-Stiftung. — Zu der von uns auf S. 734 d. J. gebrachten Mitteilung über die Verleihung des Bildes von Werner von Siemens an Herrn Dipl.-Ing. Joseph Ehrlich tragen wir heute nach, daß die gleiche Auszeichnung an Dipl.-Ing. Jakob Neu, Dipl.-Ing. Andre Szepesi, Dipl.-Ing. Hanna Wassmann und Dipl.-Ing. Gustav Zimmermann verliehen worden ist.

Steigender Westinghouse-Absatz. — Der amerikanische Starkstromkonzern Westinghouse Electric & Manufacturing Company berichtet nach Berl. Börs.-Courier, daß sich der Auftragseingang sowohl im Juli gegenüber dem Vormonat als auch weiter im August gebessert habe und gegenwärtig ungefähr das Zweieinhalbfache des im Januar dieses Jahres verzeichneten Tiefstandes erreiche. Es wird übrigens hervorgehoben, daß Großaufträge nur in verhältnismäßig geringem Umfang an der Absatzsteigerung beteiligt sind.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur ordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 26. September 1933, 8 Uhr abends, in der Aula der Technischen Hochschule zu Berlin-Charlottenburg.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Dr.-Ing. F. Oertel über das Thema: Grundfragen des elektrischen Antriebes und ihre Lösungen in verschiedenen Industriezweigen".

Inhaltsangabe: Arbeitsmaschine und Antriebsgestaltung — Antriebsentwicklungstufen — Motor- und Antriebsarten — Drehzahleinstellung — Gleichlauf — Arbeitsspielreglung — Lastausgleich — An- und Auslaufbeherrschung — Energierückgabe — Schlußbemerkungen.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können gegen Vorzeigung der Dauer-Gastkarte oder nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gast-

Digitized by Google

karten können in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle gelöst werden.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Vorsitzende:
Dr. Bücher.

Besichtigung.

Am Freitag, dem 29. September und 6. Oktober, 2¾ Uhr nachmittags pünktlich, findet eine

Besichtigung der Hinz-Fabrik G.m.b.H., Bürobetriebs-, Verwaltungs-Organisation und Einrichtung in Berlin-Mariendorf, Lankwitzer Straße 16—18,

statt.

Treffpunkt: Beim Fabrikpförtner.

Verkehrsverbindungen:

Straßenbahn Nr. 199 nach Mariendorf bis zur Ecke Lankwitzer Straße,

Straßenbahn Nr. 25 und 99 nach Mariendorf bis zur Dorfstraße, von da 15 ··· 20 min zu Fuß.

Die Zahl der Besucher ist auf 20 beschränkt. Aus diesem Grunde werden für die Teilnehmer besondere Karten ausgegeben, die in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II) erhältlich sind.

Pünktliches Erscheinen geboten.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Handgeräte.

Die Kommission für Handgeräte hat in ETZ 1933, S. 687, einen Entwurf zu Änderung von § 4 in

VDE 0715/1928

„Vorschriften für Christbaum-Beleuchtungen"

veröffentlicht.

Einsprüche sind auf die Veröffentlichung nicht eingegangen.

Der Vorstand hat nachstehenden neuen Wortlaut für § 4 genehmigt:

„§ 4.

a) Als Leitung innerhalb der Christbaumbeleuchtung sind mehrdrähtige isolierte Leitungen nach Art des Aufbaues der Fassungsadern mit mindestens 0,5 mm² Querschnitt zu verwenden.

Regeln 1 und 2 wie bisher."

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Ein einfaches Verfahren zur Auswertung von Registrierstreifen.

Die von J. DALCHAU in ETZ 1933, S. 253, gezeigte Auszählmethode liefert für Kurven *A*, *B* und *C* (Abb. 1) die gleichen Mittelwerte, obwohl derjenige von *A* größer als der von *B* und beide größer als der von *C* sein müßten. Ist der gefundene Mittelwert nun etwa richtig für *B*, d. i. für geraden Kurververlauf zwischen den Spitzen? Für Kurve *D* und *E* erhält man mit der Auszählmethode gleiche Mittelwerte, obwohl derjenige für *D* größer als der für *E* erscheinen müßte. Somit genügt geradliniger Verlauf der Spitzenflanken nicht. Man kann nun Bedingungen für die Steigung derselben einführen. Setzt man eine Kurve voraus, für die bei zunehmendem *L* die Steigung (= Schreibgeschwindigkeit der Feder) $\mathrm{d}L/\mathrm{d}t$ gleich einer Konstanten C_1, für abnehmendes *L* $\mathrm{d}L/\mathrm{d}t$ gleich einer zweiten Konstante $-C_2$ ist (wobei C_1 nicht gleich C_2 sein muß), so läßt sich beweisen — was hier aus Raumgründen nicht möglich ist —, daß die Auszählmethode für Kurven, die dieser Voraussetzung genügen, den genauen Mittelwert ermittelt. Um einen (bei nicht zu kurzen Kurven) sehr kleinen Fehler zu vermeiden, muß außerdem die Kurve so abgeschnitten sein, daß der Anfangswert gleich dem Endwert ist (s. Abb. 2). Dieser Fehler würde z. B. bei der Auswertung des Schreibstreifens S. 253 höchstens 0,018 % betragen, so daß diese Voraussetzung praktisch wegfallen kann. Erforderlich bleibt jedoch eine Spitzenform nach *F*. Für Kurve *G*, welche Form nicht selten ist, wird der Mittelwert nach der Auszählmethode zu groß erhalten. Diese ist also nicht anwendbar z. B. bei Leistungsmessungen an einer oder vielen gleichartigen Arbeitsmaschinen mit Stromaufnahme nach *G*. Bei Kurven mit Spitzenform nicht nach *F* kann der Fehler kleiner und die Methode genauer werden durch Ausgleich z. B. bei Messung verschiedenartiger Stromverbraucher, wovon man sich jeweils vergewissern sollte. Streng mathematisch genau ist sie jedoch für Form *F*.

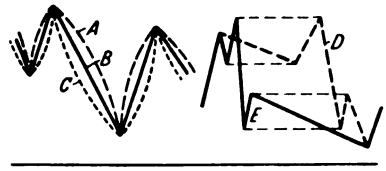


Abb. 1 Grundsätzliche Formen von Schreibkurven.

Ulm a. D., 6. V. 1933. H. Häußler.

Erwiderung.

Die Einwände Herrn HÄUSSLERs gegen das Auszählverfahren wären nur dann berechtigt, wenn bei Registrierkurven der in Abb. 1 meines Aufsatzes gezeigten Art nicht stets mit einem inneren Ausgleich gerechnet werden könnte. Zahlreiche Vergleichsablesungen an Zählern haben dies immer wieder bestätigt. Das Auszählverfahren wurde auch nur für solche, sonst überhaupt nicht zu bearbeitende Kurvenarten entwickelt, worauf in der Einleitung meines Aufsatzes hingewiesen worden ist.

Berlin, 27. V. 1933. J. Dalchau.

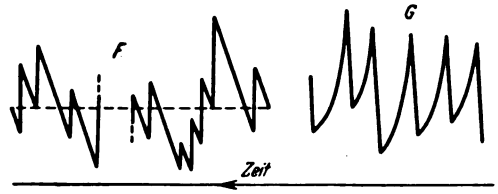


Abb. 2. Kurvenformen, für die die Auszählmethode bestimmt richtige (*F*) bzw. falsche (*G*) Ergebnisse liefert.

LITERATUR.

Besprechungen.

Ausgewählte Schweißkonstruktionen, Bd. 2: Maschinenbau. Bearb. von Dr.-Ing. K. Haas. Herausg. vom Fachausschuß f. Schweißtechnik im VDI u. von d. Dt. Gesellsch. f. Elektroschweißung. Mit XII S. u. 97 Bl. in 4°. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1931. Preis geb. 14,50 RM, f. VDI-Mitgl. 13 RM.

Der vorliegende 2. Band des obigen Sammelwerkes weist gegenüber dem 1. Band schon erhebliche Vorzüge auf. Die meisten Bilder sind mit erklärendem Text und einige sogar mit Skizzen von Einzelheiten versehen. In einer kurzen Einleitung wird die geschweißte Bauart der gegossenen und genieteten gegenübergestellt, sodann folgt ein Abriß der Festigkeitsberechnung von Schweißnähten. Der Verfasser meint, dieselbe gelte nur für Gleichstromschweißung mit blanken Stäben. Offenbar sind ihm die Vorzüge der Verwendung von Wechselstrom

Digitized by Google

und umhüllten Elektroden noch unbekannt. Die Festigkeitszahlen, d. h. die zulässigen Beanspruchungen von Schweißnähten, sind mittlerweile amtlich festgelegt und gleich groß bemessen worden für Gleich- oder Wechselstrom, für nackte oder umhüllte Stäbe. Gerade im Maschinenbau ist in vielen Fällen ohne Verwendung umhüllter Stäbe nicht mehr auszukommen, sei es zur Erzielung von schönen glatten Nähten (besonders bei Verwendung geringer Wandstärken, oder wo das Spachteln nicht in Frage kommt), sei es zur Herstellung von Schweißen mit besonders hohen Güteziffern. Leider fehlen hierfür einige gute Beispiele. Der Gußersatz ist wohl etwas zu breit behandelt, dafür vermißt man Bilder von Schweißverbindungen von Walzstahl mit Stahlguß. Auch fehlt gänzlich die Auftragschweißung von Sonderstählen (Hart- und Manganstahl), z. B. zur Panzerung (Ziehringe, Brecherbacken), sowie von Edelstählen und Hartmetallen (Stelliten), z. B. zur Erzielung von hochwertigen Schneidkanten (Bohrer!). Die übrigen Schweißverfahren, wie die Gasschmelzschweißung und Widerstandschweißung sind m. E. zu stiefmütterlich behandelt. Es fehlen Beispiele für die Nahtschweißung, während die Stumpfschweißung nur als Abschmelzschweißung (A) gekennzeichnet wird, obgleich diese eine Sonderart ist. Die Beispiele für die Stumpfschweißung sind nicht glücklich gewählt, hier wären Hebel, Gabeln, Schubstangen, Puffer usw. am Platz, statt reparierter Spiralbohrer. Empfehlenswert wäre auch der Hinweis auf Bauarten, die gesetzlich geschützt sind. Die angeführten Mängel könnten schnell behoben werden, da wieder die Buchform mit leicht auswechselbaren Blättern gewählt wurde. Druck und Ausstattung sind hervorragend. Der Band sollte von allen Maschinenkonstrukteuren eifrig studiert werden, da er in fruchtbares Neuland führt. J. C. Fritz.

Die Kreiselpumpen. Von Prof. Dr.-Ing. C. Pfleiderer. 2., verb. Aufl. Mit 338 Textabb., IX u. 454 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. 29,50 RM.

Das bestbekannte Werk über Kreiselpumpen hat nach Verlauf von acht Jahren eine 2. Auflage erhalten mit wesentlichen Erweiterungen, die das Buch für den Fachmann und für den Studierenden zu einem unentbehrlichen Ratgeber in allen einschlägigen Fragen erhebt. Ausgehend von den Grundanschauungen der neueren Strömungslehre, werden neben den normalen Bauarten die doppelt gekrümmten Schaufeln, das Schraubenrad und die Propellerform eingehend behandelt, wobei insbesondere der angestrebten Vergrößerung der Drehzahl Rechnung getragen wird. Hervorgehoben wird die auch bei Pumpen verhängnisvolle Kavitation. Mit Sorgfalt ausgewählt finden sich zahlreiche Beispiele neuerer Anlagen und Einzelheiten. Eine Reihe von Sonderbauarten bilden den Schluß, wobei auch die selbstansaugenden Pumpen nicht fehlen. Dem erschöpfend behandelten Inhalt hat der Verlag eine mustergültige Ausstattung angedeihen lassen.

P. Ostertag.

Der Industriebau. Bd. 1: Die bauliche Gestaltung v. Gesamtanlagen u. Einzelgebäuden. Von Dr.-Ing. H. Maier-Leibnitz. Mit 564 Textabb., VIII u. 308 S. in 4°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. 55,50 RM.

In diesem Buche ist eine großzügige und fleißige Arbeit niedergelegt, die einen großen Horizont voraussetzt und eine reiche Erfahrung auf diesem Fachgebiet bekundet. Unter den besprochenen Fabrikanlagen befinden sich neben den größten deutschen auch zahlreiche Darstellungen überseeischer, weltberühmter Firmen. Bei den meisten Gebäuden sind die Traggerippe aus Stahl oder Eisenbeton, selten aus Holz, und es ist daher dankenswert, daß gerade für diese Teile die statische Beanspruchung klar erläutert und die Berechnung bis in alle Einzelheiten durchgeführt ist. Diese theoretischen Arbeiten werden durch Zahlentafeln über die zulässige Beanspruchung des Materials ergänzt. Das nächst wichtige Gebiet ist das der Dachkonstruktionen, welche bis in die einzelnen Teile durchgebildet sind. Ferner sind auch die Grundsätze für die Anlagen zur Belichtung und Lüftung nach den neuzeitlichsten Gesichtspunkten erörtert, während die Heizung, wohl als nicht von Einfluß auf die Bauausführung, außer acht gelassen wurde. Dann folgen noch zahlreiche Krane standfest und fahrbar mit Laufkatzen und im Kreis beweglichen Auslegern sowie der Zusammenhang zwischen Kran- und Gleisbahnbeförderung.

Für den Entwurf einer neuen Werksanlage ist in erster Linie die Art der Fabrikation zu berücksichtigen, und man ist gewöhnlich auch durch die Lage und Form des Platzes gebunden, aber für die Möglichkeiten der Lösung bleibt immer noch ein weiter Spielraum übrig. Um dann die zweckmäßigste Wahl zu treffen, wäre ein Vergleich der einzelnen Werke ähnlicher Betriebe unter der Kritik des Ingenieurs willkommen, wodurch das Buch allerdings um einige Blätter verstärkt, aber nützlicher geworden wäre. A. Hettler.

Jahrbuch der Verkehrsdirektion 1932. Herausg. von der Berliner Städtische Elektrizitätswerke Akt.-Ges. (Veröff. der BEWAG Reihe II, Bd. 13). Mit 103 Textabb., XI und 150 S. in 8°.

Das Buch weist den gleichen Aufbau wie die früheren Jahrgänge auf; die eingetretenen Verschiebungen einzelner statistischer Zahlenwerte lassen sich daher leicht verfolgen. An dieser Stelle soll nur kurz auf die von der BEWAG im Jahre 1932 verfolgte Tarifpolitik eingegangen werden.

Die BEWAG hat auf Grund von Erhebungen, die sie in 775 000 Haushaltungen vorgenommen hat, festgestellt, daß bei einer grundsätzlichen Änderung des Grundgebührentarifes, wie z. B. Übergang vom Anschlußwert auf Zimmerzahl als Maß für die Grundgebühr, sich die Durchschnittspreise, die die einzelnen Abnehmer zahlen würden, z. T. erheblich ändern, auch dann, wenn die Gesamteinnahmen der BEWAG die gleichen bleiben wie bisher. Bei der Unsicherheit der Wirtschaftsverhältnisse hat die BEWAG daher auch im Jahre 1932 von einer grundlegenden Änderung der Tarife abgesehen und sich auf nachstehende als vorübergehend zu betrachtende Teilmaßnahmen beschränkt:

Tarif Ib. Grundpreistarif für hochelektrisierte Haushaltungen.

Arbeitsgebühr 8 Pf/kWh; Grundgebühr im Monat 3,10 ··· 25,20 RM für 1 ··· 9 Zimmer. Zu bezahlen sind jährlich mindestens 500 ··· 1700 kWh bei 1 ··· 9 Zimmer.

Tarif V. Für die Abgabe von Strom für Wärmezwecke an Haushaltungen.

Nach dem für diese Zwecke (auch für Kühlschränke) angewandten Tarif wird der Strom für 8 Pf/kWh geliefert. Zu gewährleisten ist ein Mindestverbrauch von 100 kWh oder die Zahlung von 8 RM in jeweils drei aufeinanderfolgenden Verrechnungsmonaten.

Tarif VIII. Für die Abgabe von Strom für Wärmezwecke an gewerbliche Abnehmer.

Der Strompreis beträgt für die ersten 500 kWh monatlich 8 Pf/kWh, für alle weiteren kWh monatlich 6 Pf/kWh.

Vorhaltungsgebühr für die Meßeinrichtung 1 RM je Monat und Zähler. Anwendung dieses Tarifes behält die BEWAG sich vor. B. Thierbach.

Entscheidungskartei auf dem Gebiete des gewerblichen Rechtschutzes in Deutschland. Herausg. v. Patentanwalt Dipl.-Ing. H. Leinweber. 1. Quartal bestehend aus 11 Gruppen und Nachtrag. Zu bez. dch. den Herausg.: Berlin SW 11, Stresemannstr. 12. 1933. Preis 1. Quartal 10 RM, Jahresabonnement 40 RM.

Mit der Entscheidungskartei hat der Herausgeber ein Nachschlagewerk geschaffen, das allen am gewerblichen Rechtschutz Interessierten von großem Nutzen sein wird und den gleichartigen Werken in Buchform gegenüber den Vorteil der leichten Übersichtlichkeit und Ergänzbarkeit besitzt. Die Kartei bringt vom Beginn des laufenden Jahres an Auszüge aus allen wichtigen Aufsätzen und Entscheidungen nach fünf für den gewerblichen Rechtschutz maßgebenden deutschen Zeitschriften. Sie wird monatlich durch neue Karten ergänzt, sie ist somit nicht nur ein Nachschlagewerk für den vorhandenen Stoff, sondern gibt auch in jedem Monat eine Übersicht über seine weitere Entwicklung. Das gesamte Gebiet des gewerblichen Rechtschutzes ist in 11 Gruppen unterteilt, die Karten jeder Gruppe sind numeriert und haben eine bestimmte Farbe, so daß die Kartei auch von untergeordneten Kräften in Ordnung gehalten und ergänzt werden kann. Der obere Rand der Karten bietet Raum für 15 Fahnen, die bestimmten Stichworten für jede Gruppe entsprechen. Durch diese Zusammendrängung des Stoffes wird es möglich, den Kartenraum voll auszunutzen und so den Umfang der Kartei klein zu halten. Ein normaler Karteikasten soll für 4 bis 5 Jahre reichen. Die einzelnen Aufsätze und Entscheidungen sind soweit wiedergegeben, daß sich ein ausreichendes

Digitized by Google

Bild von ihrem Inhalt ergibt. Die berücksichtigten Zeitschriften bieten Gewähr für eine vollständige Erfassung des Standes der Literatur. Dafür, daß die Kartei auf dem laufenden ist, zeugt der Umstand, daß Mitte Mai bereits die Ergänzungskarten für April vorlagen.

Der Verfasser hat sich durch sein vorbildliches Werk um alle verdient gemacht, die mit den Fragen des gewerblichen Rechtschutzes befaßt sind. Kahle.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus den Jahresabschlüssen deutscher elektrotechnischer Gesellschaften*.

Werte in 1000 RM

(Die fettgedruckten Zahlen beziehen sich auf das Jahr 1932 bzw. 1931/32.
Die *schrägg*edruckten Zahlen beziehen sich auf das Jahr 1931 bzw. 1930/31.)

Name der Gesellschaft	I. Deutsche Kabelwerke AG., Berlin	II. Norddeutsche Kabelwerke AG., Berlin-Neukölln	III. Kabelwerk Rheydt AG., Rheydt	IV. Hackethal Draht- u. Kabelwerke AG., Hannover
Geschäftsjahr	Jan./Dez.	Jan./Dez.	Juli/Juni	Jan./Dez.
A. Aktiva				
I. Anlagevermögen	**3 728** / *4 240*	**1 875** / *2 028*	**3 452** / *3 711*	**4 186** / *4 500*
II. Beteiligungen	**770** / *770*	**17** / *22*	**52** / *52*	**2 778** / *2 828*
III. Umlaufvermögen				
1. Vorräte	**728** / *686*	**581** / *747*	**1 516** / *414*	**1 451** / *2 084*
2. Effekten	**40** / *28*	**2** / —	— / —	**3** / —
3. Forderungen:				
a) an abhäng. u. Konzerngesellsch.	**1 801** / *2 291*	**762** / *1 175*	**1 805** / *3 071*	**290** / *801*
b) an sonstige Schuldner	**1 110** / *1 675*	**684** / *920*		**1 691** / *3 331*
4. Kasse, Wechsel, Schecks, Bank- u. Postscheckguth.	**945** / *1 084*	**1 386** / *673*	**2 508** / *3 791*	**2 140** / *1 290*
Summe III	**4 624** / *5 764*	**3 415** / *3 515*	**5 829** / *7 276*	**5 575** / *7 506*
1932 bzw. 1931/32 gegen Vorjahr in %	—20,5	— 2,8	— 19,9	— 25,5
B. Passiva				
I. Grundkapital	**5 160** / *5 160*	**4 000** / *4 000*	**6 810**[3] / *7 560*	**8 500** / *8 500*
II. Reservefonds	**516** / *516*	**1 030** / *1 030*	**1 045** / *1 045*	**1 000** / *1 000*
III. Unterstützungsfonds	— / —	— / —	**250** / *250*	**19** / —
IV. Rückstellungen	**730** / *1 647*	**90** / *73*	— / —	— / —
V. Wertberichtigungen	**150** / *135*	— / —	— / —	— / —
VI. Verbindlichkeiten:				
1. aus Hypoth., Schuldverschreib. langfr. Darlehen	**8** / *195*	— / —		**3 570**[5] / *3 500*
2. gegenüb. abhäng. u. Konzerngesellschaften	**9** / *2*	— / *0,3*	**894** / *1 517*	**170** / —[6]
3. sonstige	**2 533** / *3 161*	**156** / *273*		**909** / *1 931*[4]
Summe VI	**2 550** / *3 358*	**156** / *273,3*	**894** / *1 517*	**4 649** / *5 431*
1932 bzw. 1931/32 gegen Vorjahr in %	— 24,6	— 43,0	— 41,1	— 14,5
Bilanzschlußzahl	**9 168** / *10 816*	**5 308** / *5 566*	**9 349** / *11 055*	**14 169** / *14 941*
C. Aus Gewinn- und Verlustrechnung				
I. Steuern	**171** / *312*	**104** / *337*	**531**[4] / *902*[4]	**272**[7] / *331*[7]
II. Soziale Abgaben	**77** / —	**37** / *51*	**67** / —	**102** / *160*
III. Abschreibungen	**1 116** / *5 241*[2]	**166** / *160*	**260** / *291*	**1 032** / *711*
IV. Jahresreingewinn[1]	**60** / —	**4** / *154*	**272** / *604*	— / —
V. Dividende	— / —	— / *4%*	**5%** / *8%*	— / —
VI. Jahresreinverlust[1]	— / *5 600*[2]	— / —	— / —	**1 396** / *525*[8]

Anmerkung:

1 Ohne Vorjahresvortrag.

* Vgl. ETZ 1933, S. 763.

Aus den Geschäftsberichten für 1932 bzw. 1931/32.

Zu I. Deutsche Kabelwerke AG.

Anmerkung:

2 Einschließlich Sonderabschreibungen in Höhe von 4 749 277 RM.

Jahr	Umsatz*: Mill RM	Umsatz*: gegen Vorjahr in %
1929	29,2	—
1930	26,1	— 10,6
1931	17,3	— 33,7
1932	11,4	— 33,8

* Einschl. der Tochtergesellschaften Deka Pneumatik G. m. b. H. u. Julius Friedländer Gummiwarenfabrik G. m. b. H.

Verluste an Devisenaußenständen und Materialbeständen waren auch im Jahre 1932 infolge der ungewöhnlichen Verhältnisse nicht zu vermeiden; sie machten in Verbindung mit dem geringen Absatz ein gewinnbringendes Arbeiten kaum möglich. Das Exportgeschäft litt unter den bekannten Erschwerungen, die zum Teil sogar erheblich verschärft waren. Im neuen Geschäftsjahr (bis Mai 1933) war die Beschäftigung etwas besser als im Vorjahre. Der Gesamtumsatz im Konzern war in den ersten 4 Monaten wertmäßig größer als in der gleichen Zeit des Vorjahres.

Zu II. Norddeutsche Kabelwerke AG.

Jahr	Umsatz: gegen Vorjahr in %* wertmäßig	mengenmäßig
1930	— 15%	± 0%
1931	— 38%	— 24%
1932	— 56%	—

* Absolute Werte liegen nicht vor.

Das Bleikabelgeschäft erfuhr eine weitere starke Einschränkung, insbesondere im Export. Verhältnismäßig gehalten war der Umsatz auf dem Leitungsmarkt. Hier wirkte sich das Bestreben der Elektrizitätswerke aus, für die infolge des geringeren Strombedarfs der Industrie freigewordenen Maschinenleistungen Ausgleich zu suchen im Anschluß von Hausgeräten und Wohnungen. Die ersten Monate des neuen Geschäftsjahres (bis März 1933) brachten eine leichte Belebung. Die Gesellschaft gehört zum Konzern der Gesfürel-Ludwig Loewe AG.

Zu III. Kabelwerk Rheydt AG.

Anmerkungen:

3 Kapitalherabsetzung durch Einziehung von 750 000 RM eigener Aktien.

4 Einschließlich Industriebelastung.

	Umsatz: gegen Vorjahr in %*) wertmäßig	mengenmäßig
1930/31 (30. 6.)	— 25%	— 10%
1931/32 (30. 6.)	— 50%	rd. — 30%

* Absolute Werte liegen nicht vor.

Zu IV. Hackethal Draht- und Kabelwerke AG.

Anmerkungen:

5 Einschließlich 70 000 RM Aufgeld.

6 Für 1931 keine getrennte Angabe.

7 Besitz- und sonstige Steuern.

8 Einschließlich 428 136 RM aus Einziehung eigener Aktien zur teilweisen Deckung von an Warenvorräten und Außenständen entstandenen Verlusten.

Mit Ausnahme einer kleinen Periode der Besserung in den Monaten Juni—Oktober war der Eingang von Aufträgen unbefriedigend. Der Beschäftigungsgrad zeigte einen weiteren Rückgang gegen das Vorjahr. In den ersten Monaten des neuen Geschäftsjahres (bis März 1933) war die Beschäftigung noch unbefriedigend. Von Beteiligungen werden im Geschäftsbericht erwähnt die

Kabel- u. Metallwerke Neumeyer AG., Nürnberg,

Hackethal-Industriegesellschaft (Higes) AG., Hannover.

wt.

Abschluß des Heftes: 15. September 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Isolierte Leitungen.

Mitteilung der AEG.

Neben den seit Jahrzehnten in der Installationstechnik allgemein verwendeten Leitungen werden von der AEG noch zahlreiche Leitungsarten für Sonderzwecke hergestellt*).

Für die feste Verlegung werden neben den normalen Gummiaderleitungen und Isolierrohren mit verbleitem Eisenmantel auch Gummirohr, Rohrdraht mit aluminiumplattiertem Eisenband, ferner zur Verlegung in Ställen und chemischen Fabriken Feuchtraumleitungen, zur Verlegung im Freien wetterfest imprägnierte

Abb. 1. AEG-Bandpanzerleitung.

Drähte geliefert. Gummirohr, das die AEG schon seit Jahren herstellt, wurde bisher in großem Umfange vor allem in Berlin verlegt, findet aber jetzt auch außerhalb Berlins für Unterputzverlegung Verwendung. Die Rohre werden neuerdings mit größerer Wandstärke hergestellt und können dann in Ringen aufgeschossen und verschickt werden, wodurch an Verpackung und Fracht sowie an Abfall bei der Verlegung gespart wird.

AEG-Feuchtraumleitungen haben eine gegen Säuren und Alkalien beständige Hülle. Sie dienen zur Installation von Ställen, chemischen Fabriken usw., aber auch von Treibhäusern und bilden hier auch die Zuleitung für Bodenheizkabel.

Abb. 2. AEG-Gummischlauchleitung mit geschützt liegender Beflechtung (DRP angemeldet)

Eine gegen die Einwirkung von Ozon beständige Isolierhülle haben die zum Anschluß von Leuchtröhren dienenden Leitungen und die Zündleitungen für Kraftwagen und Flugzeuge. Die normale Gummiisolation wird unter der Einwirkung von Ozon, der durch elektrische Zersetzung der Luft entsteht, rissig, während die von der AEG für die genannten Leitungen angewandte Gummimischung nicht angegriffen wird. Die Leuchtröhren-Zuleitungen der AEG, die mit diesem Ozonschutz versehen sind, werden entweder ohne Bleimantel oder mit Bleimantel ohne Armierung oder mit Bleimantel und Armierung geliefert. Autoleitungen werden zu verlegungsfertigen Sätzen zusammengefaßt.

Eine Sonderleitung der AEG, die Bandpanzerleitung (Abb. 1), hat sich schon seit mehreren Jahrzehnten wegen ihrer mit guter Biegsamkeit verbundenen Widerstandsfähigkeit bei Werkzeugmaschinen bewährt. Bei der Aufstellung einer größeren Anzahl von Werkzeugmaschinen oder anderer Arbeitsmaschinen wird die Hauptleitung, eine Gummiader in Stahlpanzerrohr, bis an die Sicherungskasten vor den Maschinen herangeführt, während von den Sicherungskasten bis zu den Motoren und Schaltern Bandpanzerleitungen verwendet werden, deren Verlegung sehr einfach ist.

*) Für die einzelnen Leitungsarten sind von der AEG besondere Druckschriften herausgegeben, die durch alle AEG-Büros angefordert werden können.

Unter den beweglichen Starkstromleitungen sind drei Neukonstruktionen bemerkenswert: Gummischlauchleitungen von leichtester Bauart mit einer Beflechtung aus Kunstseide vereinigen ein gefälliges Äußeres mit hoher Geschmeidigkeit; sie dienen zum Anschluß leichter Elektrogeräte und von Steh- und Handlampen. Im Gegensatz hierzu ist eine besonders kräftige Sonderleitung zum Gebrauch in rauhen Betrieben bestimmt. Auf ihrer Oberfläche bildet der Gummi nach der Vulkanisation kleine, reihenweise angeordnete Vorsprünge, zwischen denen die Fäden einer Hanfbeflechtung geschützt liegen (Abb. 2). Die Leitung vereinigt somit die Vorzüge der Gummischlauchleitung (Festigkeit gegen schleifende und scheuernde Bewegung und Beständigkeit gegen Nässe) mit denen der beflochtenen Leitungstrosse (Zugfestigkeit).

Für Rundfunkanlagen hat die AEG eine gemeinsam mit Telefunken entwickelte neue Leitung herausgebracht, eine kapazitätsarme, abgeschirmte Antennenzuleitung. Sie verbindet die Außenantenne mit dem

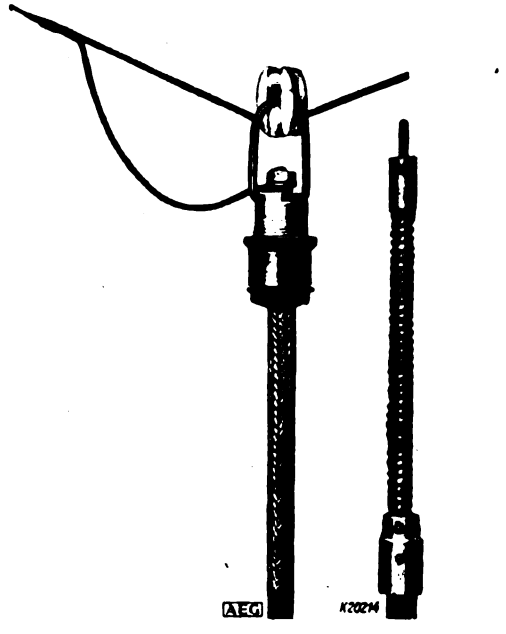


Abb. 3. Antennenzuleitung.

Rundfunkgerät. Die aus Metallfolie bestehende Abschirmung hält Störwellen von der Leitung fern, der den Leiter umgebende Luftraum verleiht der Leitung geringe Kapazität. Endverschlüsse und abgeschirmte Stecker werden zu dieser Leitung montagefertig geliefert (Abb. 3).

In den Fabriken für Rundfunkgeräte und bei den Bastlern finden die neuen, in zwei Farben lackierten Schaltdrähte (DRGM) bereits weitgehend Verwendung, da sich durch die Benutzung von je zwei Farben für einen Draht eine sehr große Verschiedenheit in den Farben und gute Unterscheidungsmöglichkeit ergibt.

Für Wicklungen von Maschinen und Apparaten führt die AEG gleichfalls einige Sonderleitungen. Neben den mit Asbestfasern isolierten, hochwärmebeständigen Drähten und Litzen, Apyroldraht genannt, stellt sie Lackapyroldraht her, dessen aus Lack und Asbest bestehende Isolation neben hoher Wärmebeständigkeit auch hohe Durchschlagfestigkeit aufweist. Die AEG hat bisher weit über 1 000 000 kg Apyroldraht geliefert.

Wicklungsdrähte mit Kunstseidebespinnung stehen in bezug auf Preis und Isolationstärke zwischen den Drähten mit Baumwolle und denen mit Naturseidenbespinnung.

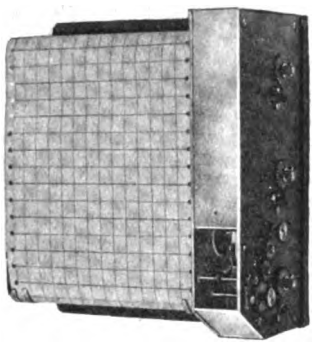
Digitized by Google

SILBERLOTE

SIND JETZT SO BILLIG

geworden, daß jeder Qualitätsarbeiter sie verwenden kann und verwenden wird.

DR. TH. WIELAND
Pforzheim Gegründet 1871



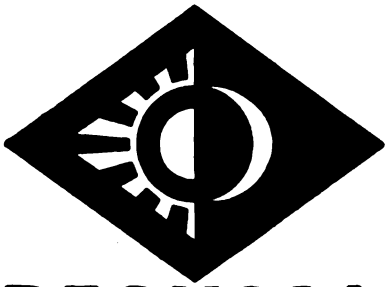
Uhrwerke

für die elektrotechnische Industrie

Registrierwerke
Schaltuhrwerke
Hemmwerke
Uhr- und Laufwerke
Apparate-Bestandteile

Vertretungen zu vergeben

Math. Bäuerle K.-G.
Uhren- u. Apparatefabrik St. Georgen (Schwarzwald)



DEGUSSA

Silberlote, Feinsilber- und legierte Drähte. Nieten und Kontakte. Sonstige Fassungsteile. Verlang. Sie Prospekt

DEGUSSA • Frankfurt/M • Berlin • Pforzheim

Bei der Schriftleitung der „ETZ" eingegangen:

Bücher.

Handbuch der technischen Elektrochemie. Herausg. v. Dr.-Ing. E. h., Dr. techn. E. h. V. Engelhardt unt. Mitw. zahlr. Fachleute. Bd. 2, Teil 2: Die technische Elektrolyse wässeriger Lösungen. B) Anwendungen in der chemischen Industrie. 1. Anorganischer Teil (Fortsetzung u. Schluß), 2. Organischer Teil. Mit zahlr. Abb., IX u. 328 S. in gr. 8°. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig 1933. Preis geh. 30 RM, geb. 32 RM.

Die physikalische Chemie der Kesselsteinbildung und ihrer Verhütung. Von R. Stumper. 2., verb. u. verm. Aufl. (Samml. chemischer u. chemisch-technischer Vorträge. Begründet von F. B. Ahrens, herausg. v Prof. Dr. H. Großmann, H. 3.) Mit 18 Abb. u. 74 S. in gr. 8°. Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart 1933. Preis geh. 5,30 RM.

Führer durch die technische Literatur. Verzeichn. d. wichtigsten Werke aller techn. Gebiete f. Studium u. Praxis, unt. bes. Berücks. d. neuesten Erscheinungen. 27. Ausgabe 1933. Mit VIII u. 131 S. in kl. 8° Fr. Weidemann's Buchhandlg., Hannover. Wird kostenlos abgegeben.

Elektrische Schmelzöfen. Von Dr. R. Taussig. Mit 214 Textabb., VI u. 241 S. in 4°. Verlag Julius Springer, Wien 1933. Preis geh. 39 RM, geb. 40,50 RM.

Der Lizenz-Vertrag. Von E. Neuberg. Mit VI u. 31 S. in gr. 8°. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1933. Preis geh. 3 RM, geb. 4 RM.

Arbeiten aus dem Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule Aachen. Bd. 5, 1931/32. Herausg. v. Prof. Dr.-Ing. W. Rogowski. Mit zahlr. Abb. u. 232 S. in 4°. Verlag Julius Springer, Berlin 1933. Preis geh. 14 RM.

Jurist oder Ingenieur? Eine Kritik der Handhabung der Patentgesetze durch die ordentlichen Gerichte. Von Prof. F. Punga. H. 2 von „Technik und Recht". Herausg. v. F. List u. C. H. Henco. Mit 18 Abb., X u. 164 S. in 8°. Verlag J. Bensheimer, Mannheim, Berlin, Leipzig 1933. Preis kart. 6,50 RM.

Das Richtwesen unter besonderer Berücksichtigung der Arbeiten mit Seilen und Drahtseilen für Ingenieure, Bau- und Werksleiter und Studierende des Hoch- und Maschinenbaues. Von H. Vettermann. Mit 41 Skizzen u. 4 Taf., V u. 61 S. in 8°. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1933. Preis kart. etwa 4,20 RM.

Télévision et Transmission des Images. Von Prof. R. Mesny. (Nr. 162 der Collection Armand Colin.) Mit 97 Fig. u. 216 S. in kl. 8°. Verlag Armand Colin, Paris 1933. Preis geh. 10,50 Fr., geb. 12 Fr.

Zeitschriften.

Der deutsche Herd. Hauszeitschrift der Küppersbusch & Söhne AG., Gelsenkirchen. Bd. 2, H. 6: Elektrowärme-Ausstellung Essen.

Qualität. Sonderheft Preßstoff Thesit. Gewidmet der Preßwerk AG., Essen, Bd. 11, H. 1, 1933. C. Dünnhaupt Verlag, Dessau.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang | Berlin, 28. September 1933 | Heft 39

Das Spullerseewerk.

Von Ministerialrat Dr. **Artur Hruschka**, Wien.

Übersicht. Das westlichste von den 5 Kraftwerken, die die elektrisch betriebenen Linien der Österreichischen Bundesbahnen im Parallelbetrieb speisen, ist das 1925 eröffnete Spullerseewerk. Es arbeitet mit dem größten in Österreich ausgenutzten Gefälle (max. 807 m) und hat einen Jahresspeicher auf 1825 m Seehöhe. Es wird eine kurze Beschreibung dieses Hochdruckspitzenwerkes gegeben, das eine Reihe von Eigentümlichkeiten (Hochgefälle, Phasenschiebung, selbsttätige Stollenpumpen) aufweist.

Die seit Juli 1923 teilweise, seit dem 14. V. 1925 ganz elektrisch betriebene Arlbergbahn Innsbruck—Landeck—Bludenz mit der steilsten Rampe Österreichs auf Hauptbahnen (31,4 ‰) erhält ihre Energie normal aus dem ursprünglich für die Mittenwaldbahn erbauten und später vergrößerten Ruetzwerk als Laufwerk und dem mit ihm parallel laufenden Spullerseewerk[1] als Spitzen- und Speicherwerk; ihre Anteile betragen im Regeljahr 32 bzw. 25 Mill kWh, letzteres bei einer Spitzenleistung von 40 000 PS gleich dem 9,3fachen Jahresmittel.

Im Spullerseewerk, dessen Krafthaus unmittelbar unterhalb der Station Wald am Arlberg der Linie Innsbruck—Feldkirch liegt, wurde ein Jahresspeicher geschaffen, indem man den natürlichen Spullersee durch Errichtung zweier Sperrmauern auf mehr als den sechsfachen Inhalt oder 13,1 Mill m³, bei einer zugelassenen Spiegelschwankung um 35 m, vergrößerte und gleichzeitig seinen natürlichen Abfluß, den Spreubach, trockenlegte. Wie die Abb. 1 und 2 zeigen, fließt das gespeicherte Wasser durch ein schwach geneigtes Stollendruckrohr einem Wasserschloß und von diesem durch 2 (später 3) Steilrohrstränge mit einem mittleren Rohgefälle von 795 m dem Krafthaus zu, um schließlich in die Alfenz, einen Zubringer der Ill, zu münden.

Die Abb. 2 zeigt einen Querschnitt durch die südliche Sperre und den beim Bau zwecks Seeabsenkung als Entleerungsöffnung benutzten Grundablaß, der durch Drosselklappen, Schieber und Blinddeckel abgeschlossen ist. Beide Sperrmauern sind Schwergewichts-Betonmauern mit Steineinlagen, haben Höhen von 34 bzw. 24 m, Kronenlängen von 278 bzw. 186 m und Mauerinhalte von 63 000 bzw. 24 000 m³. Sie sind in 20 m langen „Ringen“ mit zwischenliegenden Wärmedehnungsfugen erbaut. Das Wasser wird 39 m unterhalb des 1825 m ü. M. liegenden Wasserspiegels durch einen Schieberschacht mit vorgelagertem Feinrechen entnommen, welch letzterer als aufziehbarer Schützen- oder Rechenwagen ausgebildet ist und in einem Schrägschacht auf einem Gleis mittels Handwinde aufgezogen werden kann. Durch ein eisenbewehrtes Einlaufrohr gelangt das Wasser zu einem über den Seespiegel hinaufreichenden Steigschacht, der Keilschieber und Drosselklappe enthält, und fließt von da an durch ein 1,75 km langes, in einem begehbaren, fast waagerechten Stollen freiliegendes Blechrohr von 1,4 m l. W. und 6 mm Wanddicke zu dem gepanzerten, im Berginnern liegenden Wasserschloß von 55 m Höhe und 4 m l. W.; es folgt die Apparatekammer mit dreifacher Gabelung, für jedes Rohr eine Handdrosselklappe und eine selbsttätige Rohrbruchklappe System Teudloff & Dittrich enthaltend. Daran schließt sich nunmehr die freiliegende Steilrohrleitung mit 2 (später 3) Strängen, die in kühner Führung auf sehr steiler Lehne ein Gefälle von 761 m überwindet. Jeder Strang hat 6 verankerte Abschnitte mit Beweglichkeit in einer Stopfbüchse und ist wassergasgeschweißt (Thyssen & Co. AG.) mit Nietmuffenverbindungen, bei einer lichten Weite, die von 950 stufenweise auf 650 abnimmt, und Wanddicken von 18 ··· 35 mm. Die sichere Fundierung der bis zu 3000 t tragenden Festpunktklötze auf tiefem Moränenschutt bot nicht geringe Schwierig-

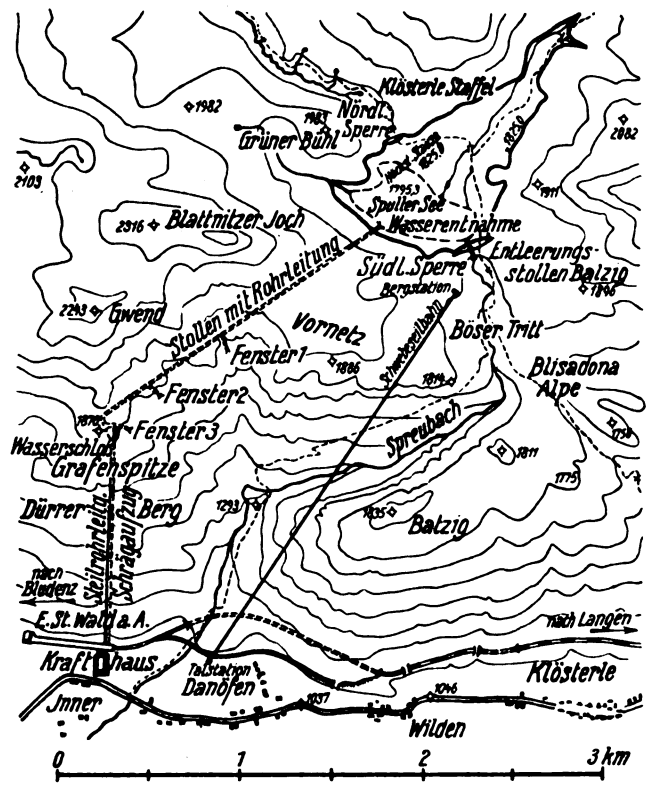


Abb. 1. Lageplan.

keiten. Dank besonderen, den Temperaturunterschied zwischen Tag und Nacht ausnutzenden Aufhängevorrichtungen ist man in der Lage, im Bedarfsfalle jeden dieser bis zu 300 m langen Rohrabschnitte soweit anzuheben, daß man eine Rohrdichtung auswechseln kann. Jeder Strang setzt sich in eine Verteilleitung fort, die zwei Turbinen speist. Hierbei wurden zum erstenmal Doppelstopfbüchsen, Patent des Schweißrohrverbandes, angewendet. Jeder Verteilstrang ist hierbei nur am Anfang fest verankert und kann sich in der Längsrichtung bewegen, weil jedes Turbinenanschlußrohr als eine in sich fest verankerte Doppelstopfbüchse das an dieser Stelle mit einer Öffnung versehene Verteilrohr umgreift. Dadurch wird die Spannung nach oben hin begrenzt. Wegen des großen Gefälles ist die Rohrleitung gegen rasches Schließen sehr empfindlich; daher ist sie auf eine Drucksteigerung von nur 4½ % bei einem Impuls ausgelegt, weil, wie die Erfahrung gezeigt hat, durch Resonanz zwischen den bahnseits aufgezwungenen Lastschwankungen und der Eigenfrequenz des Rohres Drucksteigerungen bis zum dreifachen Betrag auftreten.

[1] Eingehende Beschreibungen beider Werke durch den Verfasser in Elektrotechn. u. Maschinenb. 1925, H. 1 und 2 (Ruetzwerk) und 1927, H. 47···49 u. 51 (Spullerseewerk). Siehe auch ETZ 1926, S. 677 und eine Karte der österreichischen Wasserkräfte in ETZ 1930, S. 1422.

Digitized by Google

Das Krafthaus im Klostertal wurde zu einer Zeit erbaut, als man es noch nicht wagte, in einer Meereshöhe von über 1000 m Freiluftanlagen zu bauen. Es hat einen Maschinensaal und ein dazu parallellaufendes Schalthaus mit Zellen, 2 Verbindungsflügel und eine getrennte Werkstätte (Abb. 2 u. 3). Das Maschinenhaus enthält 4 (Vollausbau 6) Maschinensätze. Die 3 älteren bestehen aus je einem 8000 PS-Peltonrad mit einem Einphasengenerator für 333 U/min in Dreilageranordnung; dazu kam im Jahre 1932 ein größerer vierter Phasenschiebersatz, bestehend aus einer 8000 PS-Peltonturbine für 500 U/min und einem Einphasengenerator doppelter Leistung.

Die eindüsigen Peltonräder Bauart der Leobersdorfer Maschinenfabriks-AG. mit waagerechter Welle haben bei 790 m mittlerem Rohgefälle Strahlgeschwindigkeiten von 117 m/s, entlastete Rundschieber mit Doppeldichtung und Stahlgußeinzelschaufeln mit Befestigung durch eingepaßte kegelförmige Bolzen. Da auch die älteren Sätze

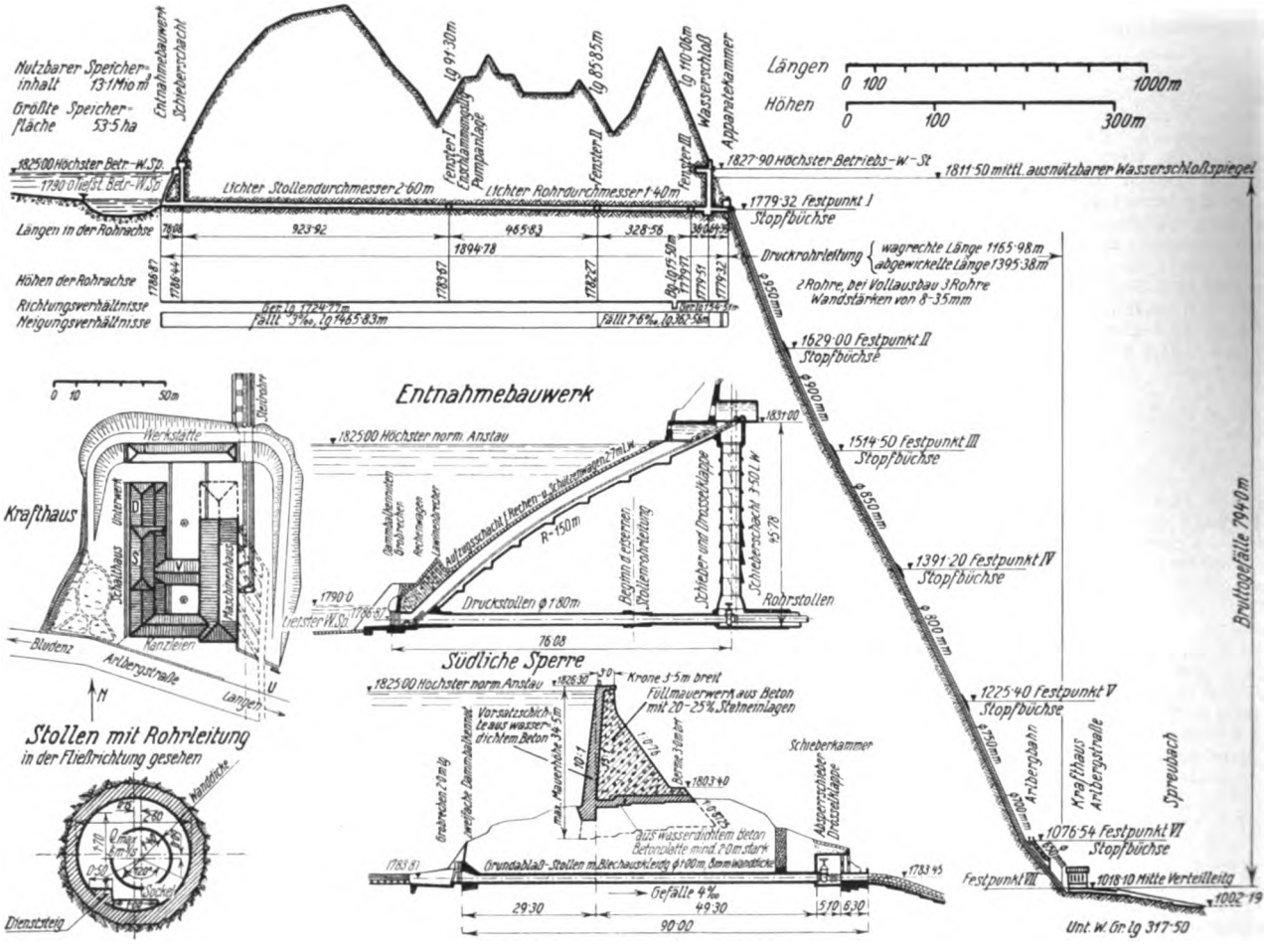


Abb. 2. Längsschnitt durch die Wasserführung; Schnitte durch die südliche Sperre mit Grundablaß, das Entnahmebauwerk und den Rohrstollen; Lageplan des Krafthauses.

oft als Phasenschieber (Synchronmotoren bei trockener Turbine) laufen[2], mußte auf Erzielung dauernder Dichtheit der aus Sonderstahl bestehenden Düsen und Nadeln (die mit 121 at erprobt wurden) Wert gelegt werden. Der ganz neu entworfene Doppelregler arbeitet mit Windkessel und Strahlablenker. Zwecks raschen Parallelschaltens auch bei ständiger Frequenzschwankung wird hierbei der Strahlablenker mit selbsttätiger Regelung absichtlich etwas eingeschwenkt, während die Düse auf Handregelung gestellt werden kann; die Laständerungen können dann schneller vorgenommen werden als mit dem wegen des Hochgefälles auf lange Schließ- und Öffnungszeiten (40 und 14 s) eingestellten Regler. Beim Phasenschieben werden Turbinenhaube und Laufrad durch das auf die Schaufeln geleitete abgearbeitete Lagerkühlwasser künstlich gekühlt, damit sie sich nicht erwärmen und beim Wiederöffnen der Düse Schaden leiden können.

Es besteht die Absicht, Anwurfvorrichtungen zu schaffen, mit deren Hilfe man in der Zukunft, wenn das Werk einmal zwecks Revision durch längere Zeit stillgelegt wird, seine Funktion als Phasenschieber wahren kann, indem man die Synchronmaschinen, wenn sie aus dem Tritt gefallen sein sollten, ohne Benutzung der Turbinen anlassen und synchronisieren kann. Als billigstes Mittel ergab sich die Aufstellung eines verschiebbaren Einphasenmotors, der mit Zahntrieb auf die Hauptwelle des betreffenden Maschinensatzes arbeitet. Die Heranziehung des in den Steilrohren vorhandenen Wassers wäre wegen Frostgefahr im Winter nicht zulässig.

Die Einphasengeneratoren sind gekapselt, haben innerhalb des Ständers ein 13,5 t schweres, kalt aufgezogenes, aus einem Stück bestehendes Schwungrad und sind bei 16⅔ Per/s und 6000 ··· 6600 V für ein Belastungspiel mit einer dauernden Grundleistung von 3000 kVA mit anschließender Überlastung auf 5400 oder 7500 kVA durch 30 bzw. 6 min innerhalb einer Stunde bei $\cos\varphi = 0{,}8$ sowie für eine Dauerleistung im gewöhnlichen Sinne von etwas über 4000 kVA ausgelegt. Die fliegend angesetzten Haupterregermaschinen leisten 102 kW. Der Läufer hat eine aus 5 Stahlplatten zusammengesetzte Nabe und 6 geblätterte, mit Schwalbenschwanz angesetzte Pole mit sehr stark bemessener Dämpferwicklung (gegenläufiges Drehfeld, überdies beständige Lastschwankungen!), die in der Umfangsrichtung zwischen den Polen entsprechend nachgiebig ist. Beiderseits sitzen Lüfter. Die Erprobung mit 80 % Überdrehzahl geschah im Kraftwerk. Wegen der empfindlichen Rohrleitung wurde ein besonders großes Schwungmoment, insgesamt 270 tm², eingebaut.

Der vierte Generator (der erste Phasenschieber der Österreichischen Bundesbahnen) ist für eine Grundleistung von 6000 kVA und alle Leistungsfaktoren bis herab zu Null mit anschließender Überlastung auf 10 800 oder 15 500 kVA durch 30 bzw. 6 min bemessen, wobei zwischen den Überlastungen mindestens eine Zeit von 90 min liegen muß; die Dauerleistung beträgt 10 000 kVA bei $\cos\varphi = 0$; der beste Leistungsfaktor entspricht jeweils der größten Turbinenwirkleistung. Die Leistungen verstehen sich an den Oberspannungsklemmen des Umspanners, die Spannung beträgt 6300 V ± 5 %. Der Ständer ist vierteilig,

[2] Siehe „Verbundwirtschaft und Betriebserfahrungen in den Bahnkraftwerken des westlichen österreichischen Bundesbahnnetzes", vom Verfasser, Wasserkr.-Jb. 1927/28, S. 124.

Digitized by Google

der Generator wiegt 179,5 t, der Läufer allein 60 t. Die Übernahmeproben, bei denen das ganze Kraftwerk abgestellt werden mußte, ergaben ein durchaus befriedigendes Arbeiten.

Zu jedem Generator gehört sein Mantelumspanner, der die Spannung auf 55 kV erhöht. Die Kurzschlußspannung beträgt nur 2,5 %. Die Umspanner haben außenliegende Ölkühlung mit Schlangenkühlern in Bottichen. Die Gewichte der Umspanner betragen 23,25 bzw. 46 t. Für Lagerkühlung und Feuerlöschung sind Reserveanschlüsse an die 80 at-Druckrohrleitung über Druckverminderungsventile geschaffen.

Abb. 3. Krafthaus; darüber die Bahnstation Wald a. A. (links); rechts die Stellrohrleitung.

Der Eigenbedarf wird durch 2 Umformer mit Gleichstromgeneratoren für je 200 kW gedeckt; der eine wird angetrieben durch einen vierpoligen Wechselstrom-Induktionsmotor mit Kurzschlußanker, der von der Gleichstromseite mit der Batterie angelassen und mit einem vom Wechselstromnetz motorisch angetriebenen auf der Welle sitzenden Stroboskop synchronisiert wird; der andere Umformer hat einen Drehstrom-Asynchronmotor, der aus dem benachbarten Litzwerk im Montafonertal mit Drehstrom von 50 Per/s gespeist wird.

Die Generatoren arbeiten auf Doppelsammelschienen, zwischen denen ein Werkschalter in Brücke liegt, über den das Werk als Ganzes bei Kurzschlüssen abgeschaltet und über welchen es wieder synchronisiert wird. Die elektromotorisch gesteuerten Ölschalter sind für 250 MVA Abschaltleistung bemessen. Ursprünglich geschah die Spannungsregelung durch Dick-Regler, die später gegen Thoma-Schnellregler ausgetauscht wurden.

Mit dem Kraftwerk ist das Unterwerk Wald a. A. zusammengebaut, das 3 Kernumspanner für je 2400 kVA Grundleistung und anschließende Überlastung auf das 2½- oder 4fache durch 6 bzw. 1 min enthält und die Spannung auf 15 kV im Mittel herabsetzt. Bei den häufigen Fahrleitungskurzschlüssen dient ein besonderer Prüfschalter mit einem Widerstand von 2000 Ω zum Fehlersuchen, wobei die volle Spannung an die stufenweise unterteilten Fahrleitungsabschnitte angelegt und die Stromstärke beobachtet wird.

Das Werk steht seit dem 29. IV. 1925 zur vollsten Zufriedenheit im Dauerbetrieb. Seither wurde außer dem Einbau des vierten Satzes noch eine bemerkenswerte selbsttätige Pumpanlage im Fenster des Rohrstollens hinzugebaut (beide wurden im Jahre 1932 in Betrieb gesetzt). Sie hat den Zweck, die im offenen Rohrstollen während 8 Monaten durch die Betonauskleidung stellenweise austretenden seefremden Bergwässer, die sonst durch den in der Mitte des Stollens anschließenden Fensterstollen nutzlos abfließen würden, und jene eines benachbarten Hangbaches mittels zweier vollkommen selbsttätig arbeitender Kreiselpumpen in das Stollenrohr hineinzupressen, wodurch etwa 3 Mill kWh im Jahre gewonnen werden können. Die Pumpen werden durch 2 Drehstrom-Asynchronmotoren mit Kurzschlußanker für je 64 kW bei 1450 U/min angetrieben, die über ein 2700 m langes, vom Krafthaus ausgehendes und vom Litzwerk gespeistes Drehstromkabel mit 10 kV und 50 Per/s gespeist werden. Das Anlassen geschieht vom entfernten Krafthaus. Sowohl der vom Seespiegel abhängige Gegendruck als auch die anfallende Wassermenge ändern sich innerhalb des Jahres in weiten Grenzen. Die Pumpen sind nun derart ausgelegt, daß sie sich selbsttätig dem Wasserzufluß anpassen. Sinkt z. B. die Wassermenge unter den Beharrungszustand, was sich durch Sinken des Spiegels im Pumpensumpf kundgibt, so wird über einen Schwimmer und durch einen elektrischen Servomotor ein Drosselringschieber betätigt, der die Pumpendruckhöhe (Gegendruck vom See vermehrt um einen gewissen abgedrosselten Zusatz) so weit erhöht, daß wie bei der Pumpenkennlinie dieser vergrößerten Höhe eine verkleinerte Wassermenge entspricht und umgekehrt. Dieses mit Überregeln verbundene Spiel vollzieht sich innerhalb von 10 cm Spiegelschwankung. Die beiden Pumpen arbeiten entweder in Reihe, oder es arbeitet eine allein; die Umschaltung geschieht in größeren Zeiträumen von Hand. Für besonders kleine Zuflüsse in den 4 Wintermonaten kann ein verkleinertes Winterlaufrad mit besonderem Leitapparat zu Beginn des Winters eingesetzt werden.

Das Spullerseewerk liefert Einphasenstrom von 55 kV teils nach Osten gegen das Ruetzwerk, teils nach Westen ans Unterwerk Feldkirch, teils an sein eigenes Unterwerk. Der ganze elektrische Teil des Kraft- und des Unterwerkes stammt von den Österr. Siemens-Schuckertwerken, mit Ausnahme der von der „Elin" AG. für elektrische Industrie in Wien hergestellten Unterwerksumspanner.

Neue Wege der Fernsprech-Nebenstellentechnik*.

Von **A. E. Hoffmann**, Berlin.

Übersicht. Die wirtschaftliche Bedeutung der Fernsprech-Nebenstellentechnik und der Einfluß der Deutschen Reichspost auf ihre Entwicklung werden dargestellt. Verringerung der Aderzahl, Vereinfachung der Bedienung und Verbesserung der Schaltung sind das Merkmal der vollkommenen Nebenstellenanlage. Typische Privatanlagen und ihre Wartung werden geschildert.

A. Grundsätzliches über Nebenstellenanlagen.

1. Die wirtschaftliche Bedeutung der Nebenstellentechnik.

Etwa 35 Mill Fernsprechstellen für den öffentlichen Verkehr werden in der Welt betrieben. In Deutschland war im April 1932 die Zahl von 3 113 000 Fernsprechstellen erreicht. Von diesen Fernsprechstellen sind 1 174 000 Nebenanschlüsse, d. h. solche, die in mehr oder minder großen Gruppen an gemeinsame Hauptanschlüsse herangeführt sind. Der hohe Anteil, den die Nebenanschlüsse an der Gesamtzahl der Fernsprechstellen in Deutschland einnehmen, kennzeichnet die wirtschaftliche Bedeutung der Nebenstellentechnik für die Deutsche Reichspost und die private Fernsprechindustrie, einer Technik, die in keinem anderen Lande höher entwickelt worden ist.

Die Schwachstromindustrie hat unermüdlich an der technischen Entwicklung der Nebenstellenanlagen gearbeitet. In erfolgreicher, wenn auch kostspieliger Werbearbeit haben ihre Vertriebstellen im Laufe der Jahre etwa 556 000 private Nebenstellen eingerichtet. Eine große Anzahl von Privatstellen, die auf etwa 350 000 geschätzt werden kann und welche nicht berechtigt sind, in das öffentliche Netz zu sprechen, sind mit den Nebenstellen zu Privatfernsprechanlagen kombiniert.

Jede Nebenstellenanlage, die an einen oder mehrere Hauptanschlüsse angeschlossen wird, sichert die Wirt-

* Auszug aus einem Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 6. XII. 1932. Eine Besprechung des Vortrags kommt nicht zum Abdruck.

Digitized by Google

schaftlichkeit des Hauptanschlusses, da sie seine Ausnutzung durch mehrere Stellen ermöglicht. Unabhängig von den laufenden Gebühren erhebt die Reichspost für jede Nebenstelle eine Anschlußgebühr von 7,20 RM im Jahr, so daß ihr hieraus z. Z. eine Einnahme von etwa 4 Mill RM jährlich zufließt.

2. Der Einfluß der Bedingungen der Deutschen Reichspost auf die Entwicklung der Nebenstellentechnik.

Private Nebenstellenanlagen werden in ihrer Schaltung und Konstruktion durch die Reichspost genehmigt, bevor sie an das öffentliche Netz angeschlossen werden. Die Bedingungen sind in der Fernsprechordnung[1] festgelegt. Sie werden dauernd ergänzt, wie es der Betrieb oder die Schaltung der öffentlichen Ämter erfordern[2]. Die hohe Betriebspannung der Automatenämter bedingt auserlesenes Material und die Konstruktion der Apparaturen für einen Isolationswiderstand, der im allgemeinen 6 Mill Ω (MΩ) betragen muß, weil bei den einzelnen Schaltvorgängen im selbsttätigen Amt mit Induktionsspannungen bis zu 1000 V zu rechnen ist. Dabei muß der Konstrukteur genügend große Kriechflächen für die Isolierschichten vorsehen, um die sehr gefürchtete Korrosion zu vermeiden.

Der Wirkungsgrad der Anlage in bezug auf die Gesprächsverständigung muß derart beschaffen sein, daß Gespräche von der Nebenstelle über die eingeschaltete Hauptstelle am Prüfschrank des öffentlichen Amtes noch über eine zugeschaltete Dämpfung von 3 Neper ausreichend verständlich sind. Auf die private Nebenstellenzentrale darf bei einer Amtsverbindung im Höchstfalle eine Dämpfung von 0,3 Neper entfallen.

Nebensprechen (Mithören) zwischen einzelnen Sprechkreisen der Anlage, das durch induktive oder kapazitive Kopplung der Leitungen oder Relaisspulen entstehen kann, ist unter allen Umständen zu vermeiden. Das setzt voraus, daß die Schaltung der Nebenstellenanlage völlig symmetrisch aufgebaut ist, und daß bei neueren Anlagen zwischen den Hauptleitungen eine Dämpfung von 7,5 Neper im Mittel, bei älteren Anlagen, die vor 1927 gebaut sind, eine solche von mindestens 5 Neper vorhanden ist.

Bei Umschaltung des öffentlichen Netzes vom Hand- zum Automatenbetrieb zeigte sich, daß die Nebenstellenanlagen früherer Jahre die neuen, höheren Anforderungen nicht immer erfüllen konnten. Die hieraus gewonnenen Erfahrungen wiesen den Weg für die weitere Entwicklung der Nebenstellentechnik.

3. Vom Vieldraht- zum Zweidrahtsystem.

Die vielseitigen Schaltungsmöglichkeiten der Nebenstellentechnik erfordern bei den älteren Systemen umfangreiche und oft verwickelte Leitungsnetze. Die bekannten Reihenschaltanlagen zum Beispiel gebrauchten zur Verbindung der einzelnen Sprechstellen mit 3 Amtsleitungen ein Leitungsbündel von etwa 21 Adern. Bei Zentralanlagen wurden die Nebenstellen mit 4 Leitungsadern an die Zentrale geschaltet, wenn von ihnen Amts-, Haus- und Rückfragegespräche geführt werden sollten. Derartige Leitungsnetze erschwerten nicht nur die Einhaltung der im vorigen Abschnitt genannten Bedingungen, sondern sie verlängerten und erhöhten die Wartungskosten der Anlage. Es lag daher auf der Hand, im Interesse der Sicherheit der Anlagen und im Interesse ihrer Besitzer die Schaltungen neuerer Nebenstellenanlagen so zu entwickeln, daß mit dem einfachsten Leitungsnetz alle notwendigen Schaltwirkungen erzielt werden können. Damit ist die Bevorzugung des Zentralsystems für Anlagen kleinsten wie größten Umfanges gegeben. Man ist heute so weit, mit 2 Adern je Sprechstelle auszukommen und lediglich noch eine gemeinsame Rück- oder Erdleitung zu benötigen.

4. Die Rückfrageschaltung.

Es lag im Zuge dieser Entwicklung, gewisse Schaltvorgänge an der Sprechstelle, die dort bisher mechanisch vorgenommen wurden, nun elektrisch in der Zentrale zu erledigen. Die mechanische Rückfrageschaltung des vieradrigen Zentralsystems war bei zweiadrigen nicht mehr anwendbar und mußte durch die elektrische ersetzt werden.

Bei der mechanischen Rückfrage wurde der Apparat mit einer Haustaste und einer Amtstaste versehen. Bei einem Amtsgespräch war die Amtstaste zu drücken. Sollte während eines Amtsgespräches eine geheime Rückfrage im Hause gehalten werden, so hatte man die Haustaste zu drücken. Dadurch erfolgte eine Umschaltung des Sprechapparates auf die Hausleitung. Bei dem Tastenwechsel erfolgte nur eine teilweise Auslösung des Amtswechselschalters. Der Rückfrageteil blieb nämlich arretiert, so daß nach Einschalten der Haustaste eine Drosselspule zwischen die Nebenstellenleitung eingeschaltet wurde, die eine Trennung des Amtsgespräches verhinderte. Amts- und Haustaste waren durch einen Hebel mechanisch gekuppelt, der bei nochmaligem Niederdrücken der Amtstaste die Haustaste wieder auslöste. So wurde die Drosselspule wieder abgeschaltet und das Amtsgespräch konnte weitergeführt werden. Das Amts- und das Haus- oder Rückfragegespräch wurden also über je ein besonderes Leitungspaar durch eine mechanische Wechselschaltung am Teilnehmerapparat geführt.

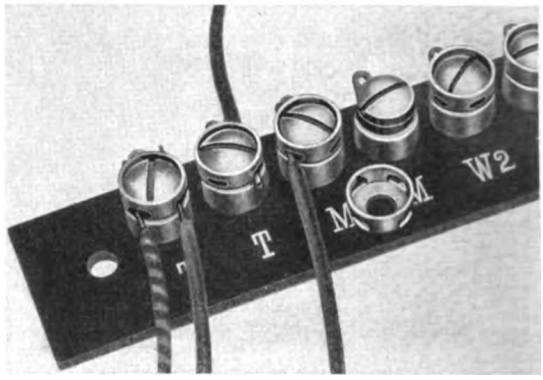


Abb. 1. Primus-Kontaktklemme.

Bei der elektrischen Rückfrageeinrichtung besitzt der Teilnehmerapparat nur eine Universaltaste, von der ein doppelter Arbeitskontakt betätigt wird. Ein abgehendes Amtsgespräch leitet der Teilnehmer dadurch ein, daß er den Hörer abnimmt und die Universaltaste einmal kurz drückt. Hierbei wird ein freier Amtswähler in der Zentrale angelassen, der eine freie Amtsleitung auf die Nebenstelle schaltet. Soll Rückfrage gehalten werden, so wird am Teilnehmerapparat während des Amtsgesprächs kurz die Universaltaste gedrückt. Ist die Rückfrage beendet, so wird am Apparat abermals die Universaltaste kurz niedergedrückt, worauf die Rückfrageschaltung in der Zentrale aufgehoben wird, so daß der ursprüngliche Gesprächszustand wieder hergestellt ist.

Die Amts-, Haus- und Rückfragegespräche werden bei dieser Anordnung also über ein Leitungspaar geführt. Die Umschaltungen für einen Gesprächswechsel erfolgen durch Relais in der Zentrale, die von der Sprechstelle aus über Erde gesteuert werden. Erscheint der Aufwand hierfür in der Zentrale ein größerer, so ist zu beachten, daß er für jede Amtsleitung nur einmal notwendig ist. Bei der mechanischen Rückfrageeinrichtung mußte jeder Apparat mit einem mechanischen Wechselschalter ausgerüstet werden.

Durch die Einführung der elektrischen Rückfrage wurde die Ausrüstung der Teilnehmerapparate wesentlich vereinfacht.

5. Die Bedingungen für die vollkommene Nebenstellenanlage.

In der neuen Nebenstellentechnik herrscht, wie schon angedeutet, das Zentralsystem vor. Nur der ankommende Amtsverkehr wird schnurlos mittels Wählscheibe — oder bei großen Zentralen mittels Tastatur — vermittelt. Der abgehende Amts- und der Hausverkehr werden vollselbsttätig betrieben. Amtsgespräche, Rückfragen und Hausgespräche müssen geheim geführt werden können. Eine selbsttätige Warteschaltung muß es ermöglichen, daß in Warteschaltung befindliche Amtsverbindungen selbsttätig zur Nebenstelle durchgeschaltet werden, wenn diese wieder frei ist.

Die Bedienungsweise des ankommenden Amtsverkehrs soll derart einfach sein, daß sie in Anlagen bis zu 8 Amtsleitungen nur als Nebenbeschäftigung gilt. Die Umlegung von Amtsgesprächen von Nebenstelle zu Nebenstelle, Rückfrage während einer Amtsverbindung über eine andere Amtsleitung, selbstverständlich auch im Hause, der Anruf der Nebenstelle und die Trennung der Gespräche müssen selbsttätig vor sich gehen, um die Zentralbedienung zu entlasten. Die hierfür notwendigen Schaltvorgänge werden vom Teilnehmerapparat aus gesteuert. Eine besondere Durchbildung haben die Amts-

[1] Fernsprechordnung. Berlin 1932. Reichsdruckerei.
[2] Amtsblatt des R. P. M., Berlin, Reichspostministerium.

Digitized by Google

anrufschaltungen erfahren. Ankommende Anrufe werden nach kurzer Zeit selbsttätig auf eine andere Stelle weitergeschaltet, wenn sie nicht abgefragt werden. Dies ist bei der Nachtschaltung der Amtsleitungen besonders wichtig. Den nachtgeschalteten Nebenstellen müssen sämtliche Amtsleitungen zur Verfügung stehen, sie müssen auch bei Nachtschaltung während der Amtsgespräche geheime Rückfrage halten und die Amtsgespräche auf andere Nebenstellen selbsttätig umlegen können.

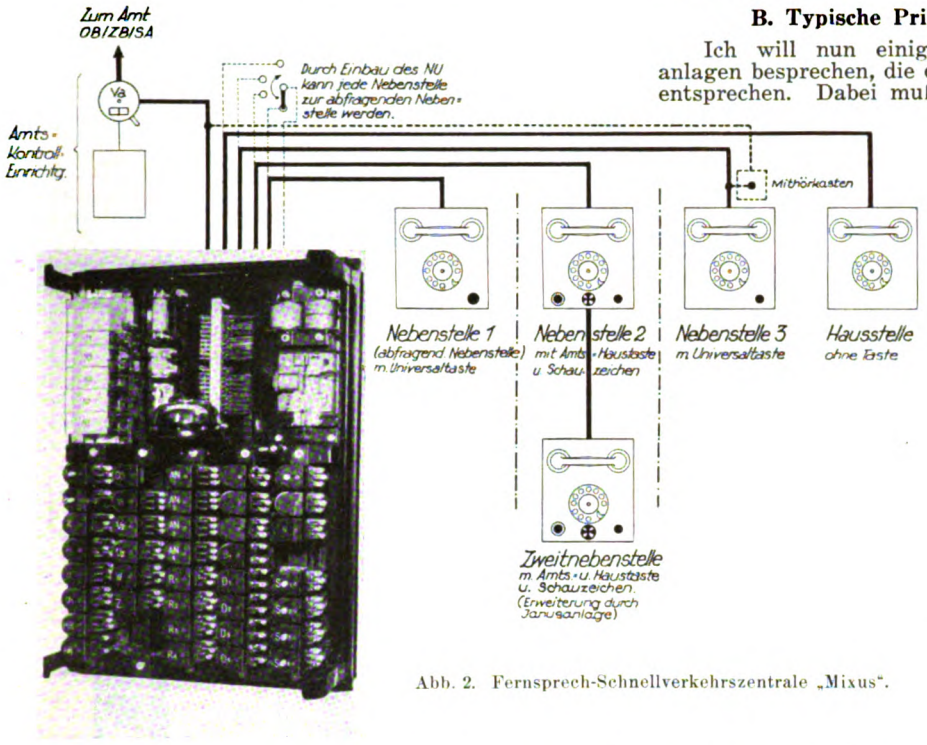


Abb. 2. Fernsprech-Schnellverkehrszentrale „Mixus".

Die Schaltung der außenliegenden Nebenstelle, die bisher stets ein Schmerzenskind war, ist durch die Zweidrahttechnik derart gefördert, daß sie der innenliegenden Nebenstelle völlig gleichberechtigt wird, ohne besondere verteuernde Zusatzeinrichtungen zu benötigen.

6. Das Leitungsnetz.

Die Funktion des bestkonstruierten und -geschalteten Apparates hängt letzten Endes von einer hervorragenden Beschaffenheit des Leitungsnetzes ab. Die Leitungsnetze werden auf der Wand oder in der Wand verlegt. Bereits bei der Bauprojektierung muß der Architekt auf die Führung der Leitungsnetze Rücksicht nehmen. Man soll möglichst auf der Wand verlegten Leitungsnetzen den Vorzug geben. Das erwünschte Unsichtbarmachen der Kabel- und Leitungsstränge läßt sich durch einfache bauliche Mittel erreichen. Große Kabelzüge auf Korridoren verlegt man heute in Rinnen, die der Architektur angepaßt sind, in Kellern und Industrieräumen auf Kabelrosten. In der Wand verlegte Leitungen sind empfindlicher. Ihre Verlegung muß in Schutzrohren oder Kanälen erfolgen, die derart angeordnet sind, daß Wasseransammlungen durch Kondensation oder Wandfeuchtigkeit vermieden werden, und deren Durchmesser so groß bemessen sein muß, daß eine gute Lüftung der Rohre erfolgt. Werden die Rohre einzementiert, so kommen hierfür zweckmäßig nur Stahlpanzerrohre ohne Innenisolation zur Anwendung, die ein glattes Einziehen des Leitungsmaterials gewährleisten. Das in den Rohren verwendete Leitungsmaterial muß selbst mit hochwertigem Isolationsschutz versehen sein. Bei in der Wand verlegten Leitungsnetzen muß der Architekt von Anfang an besonderes Augenmerk darauf richten, daß die Schallsicherheit der Räume durch die Leitungskanäle für die Rohre und Kabel nicht gefährdet wird.

Als Leitungsmaterial wird bei beiden Verlegungsarten am zweckmäßigsten Bleikabel verwendet.

Bezüglich der Bleikabelkonstruktion hat die Kabelindustrie noch eine Aufgabe zu lösen, nämlich ein Kabel zu schaffen, bei dem der Isolationswert des Lackkabels erreicht wird, bei dem aber das Ablösen des Isolationsmittels nicht derart mühsam ist wie bei der Lackader. Die Isolation der Kabelader muß mechanisch derart fest sein, daß die Kabelseele ohne nochmaliges Nachwachsen auf der Montage verarbeitet werden kann.

Erwähnenswert ist eine neue Sicherheitsklemme für Schraubenverbindungen (Abb. 1). Durch sie wird eine hohe Kontaktsicherheit erzielt und die Lockerung der Verbindungen vermieden. Die Drahtenden brauchen nicht mehr zu einer Öse gerollt zu werden, sondern werden gerade in die Klemmenkapsel geführt und nach Anzug der Schraube sicher gehalten.

B. Typische Privat-Nebenstellenanlagen.

Ich will nun einige typische Privat-Nebenstellenanlagen besprechen, die dem neuesten Stande der Technik entsprechen. Dabei muß ich mich erklärlicherweise auf das Material beschränken, das mir bei der Mix & Genest AG. zur Verfügung steht, auf das sich auch sämtliche Abbildungen beziehen. Selbstverständlich werden auch von der übrigen deutschen Schwachstromindustrie, wie Siemens & Halske, Fuld, Deutsche Telephonwerke, C. Lorenz und Tefag, Anlagen ähnlichen Systems gebaut.

1. Kleinstanlagen.

Zwei Nebenstellen können mit dem Amt und untereinander verkehren. Der Amtsanruf kommt am Amtsanrufwecker an. Nach Niederdrücken der Amtstaste an einem Apparat wird das Amtsgespräch aufgenommen. Ein Schauzeichen zeigt an dem anderen Apparat, daß die Amtsleitung belegt ist. Beide Nebenstellen besitzen geheime Rückfrageschaltung bei Amtsgesprächen. Hausgespräche werden durch Einschalten der Haustaste und Drücken des Anrufknopfes eingeleitet. Eine Nebenstelle ist bevorzugt geschaltet; von ihr können Amtsgespräche der anderen getrennt werden, und außerdem spricht sie völlig geheim. Sie kann auch bei Gesprächen der anderen Nebenstelle mithören bzw. mitsprechen. Es ist die geeignete Nebenstellenanlage für Wohnungen und kleine Geschäfte.

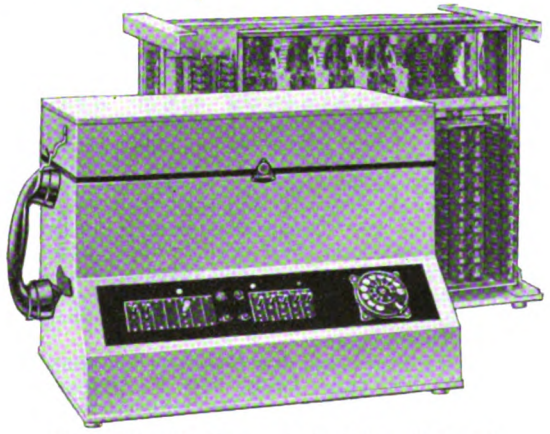


Abb. 3. Schnellverkehrszentrale „Citomat", Type A.

Abb. 2 zeigt eine Kleinstanlage für eine Amtsleitung und 4 bzw. 9 Nebenstellen. In die kleine Zentrale mündet eine Amtsleitung: 4 Nebenstellen, die mit je 2 Adern und Erde an die Zentrale angeschlossen werden, können sich über die Zentrale mit dem Amt bzw. untereinander verbinden. Zwei der Apparate können auch als Hausstellen geschaltet sein. Eine Nebenstelle kann durch eine zweite Nebenstelle ergänzt werden.

Der große Vorteil dieser Nebenstellenanlage besteht darin, daß eine oder mehrere Nebenstellen außenliegende sein können, ohne daß besondere Zusatzeinrichtungen benötigt werden. Sie ist daher nicht nur für Büros und Villen geeignet, sondern auch besonders dort, wo getrennte

Digitized by Google

Dienstgebäude, Gutshäuser mit Vorwerken, Polizeireviere und kleine Ortsverwaltungen mit einem vollkommenen Telephonverkehr auszurüsten sind. Die kleine Zentrale erledigt die Schaltungen ausschließlich durch Relais. Sie besitzt, unabhängig voneinander, einen Amtsgesprächsweg und einen Hausgesprächsweg. Auf dem Amtsgesprächsweg kann nur jeweils eine Nebenstelle sprechen; das Gespräch wird also völlig geheim geführt. Auf Wunsch kann jedoch eine Nebenstelle mit einer Mithörereinrichtung ausgerüstet werden. Der Hausgesprächsweg ist nach der vorhergehenden Schilderung so geschaltet, daß auch bei Besetztsein desselben eine Aufschaltung bei wichtigen Rückfragegesprächen möglich ist. Um ein unbefugtes Aufschalten auf ein Hausgespräch zu vermeiden, kann eine Tickereinrichtung vorgesehen werden, durch welche die im Hause Sprechenden gewarnt werden.

2. Mittlere Anlagen.

Die hochentwickelte Schaltung einer neuzeitlichen selbsttätigen Schnellverkehrszentrale mittlerer Größe wollen wir genauer durchsprechen. Die Zentrale (Abb. 3) besteht aus dem Amtsteil und dem Hausteil; beide sind in einem Gehäuse vereinigt. Die Amtsleitungen sind im Amtsteil an die Verbindungsorgane für den ankommenden Verkehr angeschlossen und enden auf je einem Amtsleitungswähler, über den Amtsverbindungen für ankommende und abgehende Amtsgespräche aufgebaut werden. Im Hausteil sind Anrufsucher mit Leitungswählern gekuppelt, über welche die Hausverbindungen und Rückfrageverbindungen geschaltet werden. Für jede Amtsleitung ist ein Hausanschluß zum Zwecke der Rückfrageschaltung belegt.

Die Nebenstellen sind Einheitsapparate mit Universaltaste. Sie sind mittels zweier Leitungsadern und einer gemeinsamen Rückleitung sowohl an die Kontaktbänke der Amtsleitungswähler als auch an die Anrufsucher und Leitungswähler des Hausteils vielfach geschaltet.

Privatstellen sind Einheitsapparate ohne Universaltaste. Sie sind mit zwei Leitungsadern nur an die Kontaktbänke der Anrufsucher und Leitungswähler vielfach geschaltet und können daher nicht über den Amtsteil sprechen.

Eine abgehende Amtsverbindung wird von der Nebenstelle aus hergestellt, indem der Sprechapparat abgenommen und die Universaltaste einmal kurz gedrückt wird. Die Schaltvorgänge werden mittels der Universaltaste und der Wählscheibe ohne die Telephonistin der Zentrale bewirkt.

Eine Hausverbindung wird über den Hausteil durch die Anrufsucher und Leitungswähler für Nebenstellen und Privatstellen durch Wählen der gewünschten Rufnummer am Apparat hergestellt.

Die ankommenden Amtsgespräche werden durch eine Telephonistin am Bedienungsplatz vermittelt.

Ist das Gespräch beendet, so erfolgt selbsttätig die Trennung und Freigabe der Amtsleitung.

Die Amtsverbindung einer besetzten Nebenstelle kann von der Telephonistin in Wartestellung gelegt und so lange gehalten werden, bis die Nebenstelle ein bevorzugtes Gespräch abgewickelt hat. Ist an der Nebenstelle das bevorzugte Gespräch beendet, so wird das vorbereitete Amtsgespräch selbsttätig erneut zur Nebenstelle durchgeschaltet. Die Telephonistin kann zum Amt wählen und flackern, die Nebenstelle anrufen, um Gespräche vorzumelden, Amtsgespräche halten, notfalls mittels der Auslösetaste bestehende Gespräche trennen und im Hause anrufen bzw. angerufen werden.

Auch die nachtgeschalteten Nebenstellen können während der Nacht Rückfrage halten bzw. Nachtgespräche zu anderen Stationen umlegen. Außenliegende Nebenstellen ohne Anwendung von Zusatzeinrichtungen haben die gleichen Schaltungsmöglichkeiten wie die innenliegenden Nebenstellen.

Der Nebenstellenteilnehmer hat bei allen Umschaltvorgängen lediglich einmal kurz die Universaltaste zu betätigen, wodurch eine glatte Verkehrsabwicklung erfolgt und Irrtümer vermieden werden.

3. Großanlagen.

Die beschriebenen Anlagen beanspruchen die Bedienungsperson am Abfrageplatz nur in geringem Maße. Es ist daher zulässig, die Zuteilung der ankommenden Amtsgespräche bis zu 10 Amtsleitungen und 100 Nebenstellen am Arbeitsplatz mittels der Wählscheibe vorzunehmen.

Geht die Anzahl der Amtsleitungen und Nebenstellen darüber hinaus, so kommt das Zahlengebersystem in Frage. Der ankommende Amtsverkehr und der ankommende Verkehr für gewisse Querverbindungsleitungen werden an einer Zentrale vermittelt. Jeder Arbeitsplatz ist mit einem dreiziffrigen Relais-Zahlengeber ausgerüstet, der durch eine Tastatur betätigt wird. Der Zahlengeber ist ein Ersatz der Nummernscheibe, da letztere bei dem starken Verkehr derartig großer Anlagen nicht ausreichend wäre.

Im übrigen können an der Zentrale sämtliche Schaltungsvarianten ausgeführt werden, wie sie bei der selbsttätigen Schnellverkehrszentrale mittleren Umfanges beschrieben wurden. Der abgehende Amts- und Querverbindungsverkehr und der Hausverkehr erfolgen selbsttätig über Wählergestelle.

Die selbsttätige Zentrale ist bausteinmäßig aus Hundertergruppen zusammengesetzt. Eine Hausverbindung erfolgt über 100teilige Anrufsucher, Gruppen- und Leitungswähler. Alle Wähler sind Strowgerwähler. Die hundertteiligen Anrufsucher haben die bekannte Anrufsucherschaltung mit Heb- und Drehwähler, die für das Mix & Genest-System kennzeichnend ist. Die zusätzliche Kontaktreihe der Anrufsucher einer Hundertergruppe ist mit den Anrufsuchern der benachbarten Hundertergruppe verschränkt, so daß eine Gruppenvergrößerung und dadurch eine bessere Ausnutzung der gesamten Anrufsucher möglich wird.

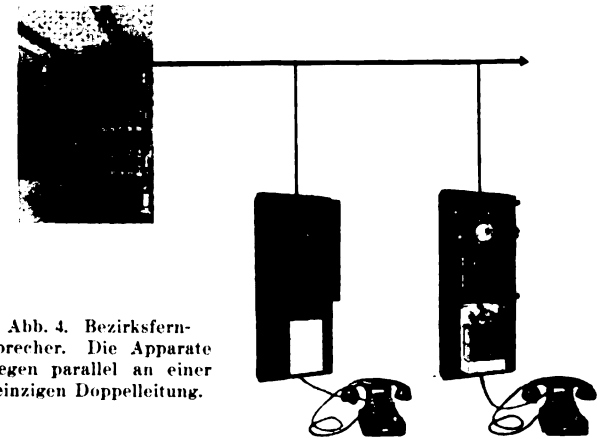


Abb. 4. Bezirksfernsprecher. Die Apparate liegen parallel an einer einzigen Doppelleitung.

Will eine Nebenstelle eine Amtsverbindung haben, so drückt sie die Universaltaste, wodurch ihre Leitung vom Hausgesprächsweg auf eine abgehende Amtsleitung umgeschaltet wird. Die Rückfrage bei Amtsgesprächen und die Gesprächsumlegung erfolgen in der gleichen Weise, wie es vorher erläutert wurde.

Der ankommende Amtsverkehr wird mittels des Zahlengebers über Amtsgruppenwähler und Amtsleitungswähler vermittelt.

Der abgehende Querverbindungsverkehr verläuft über Anrufsucher, Gruppenwähler der Hauszentrale und besondere zweite Gruppenwähler zu den benachbarten Betrieben. Ist dort eine selbsttätige Zentrale vorhanden, so erfolgt die Durchverbindung durch weitere Ziffernwahl; andernfalls muß die Weiterverbindung von Hand vorgenommen werden.

4. Sondereinrichtungen.

Bei größeren Privat-Fernsprechnetzen tritt oft der Wunsch auf, Fernsprechapparate, die an langen Strecken verteilt liegen, in den selbsttätigen Verkehr einzubeziehen. Derartige Linien dehnen sich häufig bis zu 70 km aus. Hier verwendet man selbsttätige Bezirksfernsprecher, welche parallel an eine Leitung geschaltet werden.

Abb. 4 stellt einen derartigen Fernsprecher in einer neuen Konstruktion der Mix & Genest AG. dar. Die Teilnehmer der Bezirkslinien können untereinander durch Wählen einer doppelten Rufnummer geheim verkehren, sie können sich auch über eine Zusatzeinrichtung mit den Teilnehmern des selbsttätigen Telephonnetzes verbinden. Die Wahl erfolgt mittels Wechselstromes. Der Wechselstrom wird von der sekundären Wicklung des Polwechslers zu den Sprechleitungen und im Rhythmus der Impulse ausgesandt. Sämtliche Wechselstromrelais, die an der Leitung liegen, nehmen diese Impulsgruppen auf und steuern damit in direkter Wahl zugehörige Schrittschaltwerke. Die Schrittschaltwerke sind mit Kontaktrasten ausgerüstet; jeder Station ist eine bestimmte Raste zugeordnet. Das Schrittschaltwerk schaltet, durch die Im-

Digitized by Google

pulsgruppen gesteuert, so lange weiter, bis die Schaltwellen die Raststellung der gewünschten Station erreicht haben. Nach Aufhören der Impulsgruppe erfolgt dann ein Anruf nur bei der Station, bei der der Rastkontakt in dieser Stellung betätigt wurde.

Der Anruf der Station und die Trennung der Gespräche erfolgen selbsttätig. Beim Anruf erhält der Rufende im Hörer ein Kontrollzeichen. Dieses zeigt an, ob der Wecker der gerufenen Stationen tatsächlich läutet, da es über den Unterbrecherkontakt des läutenden Weckers erregt wird. Ein Schauzeichen an jedem Apparat zeigt an, ob der Gesprächsweg frei ist. Besondere Sicherheitsschaltungen vermeiden eine Blockierung des Gesprächsweges, wenn ein Teilnehmer seinen Sprechapparat nicht aufgelegt bzw. den Apparat falsch bedient hat.

Jeder Bezirksfernsprecher hat die Möglichkeit, durch zweimaliges Wählen der Zahl Null einen Generalanruf zu sämtlichen Bezirkstationen zu senden. Beim Generalanruf wird die Rufkontrolle abgeschaltet, so daß das Generalgespräch durch die Rufkontrolle am Apparat eines sich nicht meldenden Teilnehmers nicht gestört wird.

Beim Generalanruf kann nur der Rufende die Anlage zurückstellen. Hierdurch wird verhindert, daß ein angerufener Teilnehmer durch vorzeitiges Auflegen seines Sprechapparates die Anlage in die Grundstellung bringt.

Muß von irgendeiner Station ein dringendes Gespräch geführt werden und ist die Leitung besetzt, so kann durch Drücken einer plombierten Taste eine Aufschaltung auf den Gesprächsweg erfolgen. Tritt ein Leitungsbruch in der Bezirksleitung ein, so sind die getrennten Linien unter sich weiterhin betriebsbereit.

Jede Station ist mit einer Stromquelle von 6 V ausgerüstet, die durch eine selbsttätige Dauerladeeinrichtung geladen wird. Schaltet sich eine Station zum Gespräch ein, so wird die Dauerladung selbsttätig abgeschaltet. Die Konstruktion der Apparate ist induktionssicher ausgeführt, um induzierte Starkströme, die bei langen Leitungszügen oftmals auftreten können, für den Telephonierenden unschädlich zu machen.

C. Die Pflege privater Nebenstellenanlagen.

1. Der Störungsdienst.

Um allen berechtigten und manchmal auch unberechtigten Wünschen des Kunden jederzeit gerecht werden zu können, muß eine Firma, die das Nebenstellengeschäft mit Kauf- oder Miet-Telephonanlagen betreibt, einen gut organisierten Störungsdienst unterhalten.

Etwa ¼ der Störungen wird vom Kunden gemeldet, während ¾ von den Revisoren bei den systematischen Prüfgängen, die sie nach genauer Vorschrift auszuführen haben, beim Besuch der Anlagen festgestellt werden.

Jeder der Revisoren hat laufend rd. 7 Störungen im Tag einwandfrei zu beheben und dabei auf den besuchten Anlagen systematische Prüfungen vorzunehmen.

Stellt der Kunde eine Störung fest, so ruft er die Störungstelle an. Diese schreibt die Störungsmeldung auf ein Meldeformular, in dem Name, Anschrift und Zeit vermerkt werden. Da jeder Bezirksrevisor sich während der Dienstzeit in kurzen Zeitabständen bei der Störungstelle telephonisch zu melden hat, wird ihm die Störung zur Erledigung aufgegeben. Er beseitigt die Störung schnellstens und überprüft die Anlage. Auf seinem Nachweiszettel, der für jeden Besuch besonders ausgefüllt wird, trägt er Arbeits-, Wegezeiten und Materialverbrauch ein. Auf der Rückseite des Formulars sind die üblichen Störungsarten in 36 Gruppen durch die Ziffern 1 ··· 36 gekennzeichnet. Die auf der Anlage festgestellten Einzelstörungen werden hier nach ihrer Art und Zahl vermerkt. Einen Durchschlag des Formulars erhält der Kunde, das Original wird der Abteilung „Anlagenpflege“ abgeliefert und hier ausgewertet.

2. Störungskurven.

Für jede Anlage wird eine Stammkarte geführt. Auf ihrer Vorderseite sind unter anderem die technischen Daten der Anlage vermerkt. Auf der Rückseite ist ein monatliches Störungsregister für 6 Jahre vorgesehen. In dieses Störungsregister werden die auf dem Nachweisformular vermerkten Störungen unter Angabe des Datums übertragen. Die Eintragungen geben eine klare Übersicht über den Zustand der Anlage bzw. über ihre Störungsanfälligkeit. Bei ungerechten Reklamationen des Kunden leisten diese Stammkarte und ihr Störungsregister gute Dienste bei seiner Aufklärung. Außerdem werden die Störungen in Störungsammellisten vermerkt und in die Störungsstatistik eingetragen.

Die Störungskurve der Apparate liegt am höchsten; dieses ist erklärlich, da die Apparate im Gebrauch am häufigsten beschädigt werden. Dann folgen die Störungskurven der handbedienten Zentralen und der Stromquellen. Günstig liegt die Störungskurve der Automatenzentralen. Ihr Ansteigen im Juli und September ist auf vertragliche Generalrevisionen großer Anlagen zurückzuführen. Dieser günstige Störungsverlauf beweist, wie völlig zuverlässig heute die Automatentechnik ist. In der Ebene der Automatenstörungen liegt auch die Kurve derjenigen Störungen, die im posteigenen Netz und Amt zu suchen sind.

Der hohe praktische Wert einer derartigen Störungsstatistik liegt in den Richtlinien, die sich daraus für eine Verbesserung der Apparaturen bei neuer Entwicklungsarbeit ergeben.

Die öffentliche Elektrizitätswirtschaft Rumäniens 1932.

Von Dipl.-Ing. **H. Thieß**, Sibiu-Hermannstadt.

Übersicht. Die Elektrizitätswirtschaft Rumäniens zeigt einen, wenn auch langsamen Aufschwung, der besonders in dem Ausbau der Hochspannungsübertragungsleitungen zum Ausdruck kommt. Es wird auf Grund der Betriebstatistik 1932 der Stand der Elektrizitätsversorgung gezeigt, die Tariffrage kurz behandelt und auf die in Rumänien vorhandenen Straßenbahnbetriebe hingewiesen.

Die Elektrizitätswirtschaft Rumäniens hat in ihrer Entwicklung in den letzten Jahren einen ansehnlichen Aufschwung genommen, der in erster Linie in dem Ausbau der Hochspannungsübertragungsleitungen zum Ausdruck kommt[1]. Gegenwärtig durchziehen rd. 1660 km Fernleitungen das Land, wovon 420 km auf 60- und 110 kV-Leitungen entfallen. Diese Zahlen sind allerdings für ein an Naturkräften so reiches Land, wo die Erzeugung der Energie in einigen großen Kraftzentralen (Wasser — Kohle — Erdöl — Erdgas) zusammengemaßt werden könnte, noch recht bescheiden (Abb. 1). Doch ist auch Rumänien von der wirtschaftlichen Depression der Nachkriegszeit nicht verschont geblieben, so daß es immerhin als eine erfreuliche Tatsache angesehen werden muß, wenn das in- und ausländische Kapital Anreiz gefunden hat, sich trotz der krisenhaften Zeit an dem Ausbau von elektrischen Anlagen im bisherigen Ausmaß zu beteiligen. Dieses gilt ganz besonders für Siebenbürgen, wo seit dem Jahre 1931 rd. 392 km Fernleitungen errichtet sind.

In welcher Weise sich die öffentliche Elektrizitätswirtschaft im Berichtsjahr 1932 vollzogen hat, soll durch die nachstehenden Zahlentafeln veranschaulicht werden. Diese Zahlen sind auf Grund der kürzlich erschienenen Statistik[2] der Elektrizitätswerke Rumäniens ermittelt worden.

Zahlentafel 1. Art der Stromerzeugung.

Stromart	Zahl der öffentl. El.-Werke	Gesamtleistung kW	% aller Werke	% der Gesamtleistung
Gleichstrom	87	26 300	50,6	12,6
Ein- u. Zweiphasenstrom	3	5 100	1,7	2,4
Drehstrom	82	176 600	47,7	85,0
laut Statistik 1932	172	208 000	—	—
„ „ 1931	168	204 500	—	—
„ „ 1930	155	184 800	—	—
„ „ 1929	157	169 000	—	—

Eine wesentliche Änderung der Leistungsfähigkeit der Werke gegenüber den Zahlen des Jahres 1931 ist somit nicht zu verzeichnen[3]. Das Drehstromsystem mit 85 % der Gesamtleistungsfähigkeit steht an führender Stelle, während die Gleichstromwerke und die Ein- und Zweiphasenstromanlagen nur noch 15 % der Leistung ausmachen.

[1] ETZ 1931, S. 1255; 1932, S. 1203.

[2] Zu beziehen durch die APDE-Bucarest, Str. Constantin Mille 8, sowie durch die Sektion II der APDE-Hermannstadt-Sibiu, Dreieichenstr. 1. Preis 12,50 RM.

[3] ETZ 1932, S. 1202.

Digitized by Google

Hinsichtlich der Verwaltungsform befinden sich 84 Werke in öffentlicher Hand, 12 Werke werden gemischtwirtschaftlich betrieben, während 76 Elektrizitätswerke privater Natur sind. Der Wert dieser 172 öffentlichen Elektrizitätswerke kann auf etwa 162 Mill RM geschätzt werden[4].

Zahlentafel 2. Art der Betriebskraft und Leistung.

Antriebsmaschinen	Zahl	Gesamtleistung kW	% der Gesamtleistung	mittlere Einzelleistung kW
Wasserturbinen	62	27 400	13,2	442
Dampfturbinen	88	125 200	60,2	1420
Dieselmaschinen	290	53 100	25,5	183
Gas- u. Benzinmotoren	30	2 300	1,1	77
laut Statistik 1932	470	208 000	—	443
„ „ 1931	467	204 500	—	438
„ „ 1930	451	184 800	—	410
„ „ 1929	448	169 000	—	380

Zahlentafel 2 läßt erkennen, daß die Dieselmotoren im Lande des reichen Rohölvorkommens rd. 62 % aller installierten Maschinen ausmachen, doch ergibt deren mittlere Einzelleistung nur 183 kW, welcher Umstand auf die vielen kleinen Gleichstromzentralen zurückzuführen ist.

Die ausgebauten Wasserkräfte haben noch nicht 15 % der Gesamtleistung erreicht, während die Dampfkraftwerke mit über 60 % der Leistung an erster Stelle stehen. Dies ist natürlich, da bei dem bisherigen teuren Kapital außer den geringeren Anlagekosten für thermische Zentralen auch der billige, in ergiebiger Menge vorhandene Brennstoff eine wesentliche Rolle spielt, wie z. B.: a) Braunkohle (Zentrale Aghires bei Klausenburg und Zentrale Schitul Goleşti bei Câmpina usw.). b) Erdöl und Sondengas (Elektrizitätswerk Bukarest u. Câmpina usw. Es verdient an dieser Stelle hervorgehoben zu werden, daß die Raffinerie „Creditul Minier“ am 1. August 1932 mit der Erbohrung einer Sonde im Prahovatale begonnen hatte und am 1. Mai 1933 bei einer Tiefe von 2540 m eine Tagesleistung von 32 Waggons Erdöl erzielte. c) Erdgas (Diciosânmărtin usw.). Das 30 000 PS-Dampfkraftwerk der Nitrogen AG. in Diciosânmărtin ist zwar eine Eigenanlage, die als Brennstoff Erdgas verwendet, doch bezieht die Siebenbürgische El. AG. „Seta“ von dieser Zentrale einen Teil ihrer benötigten Energie. In der Zahlentafel 3 kommt die bezogene Energie aus Eigenanlagen unter „Fremdstrom“ zum Ausdruck.

Zahlentafel 3. Jahreserzeugung nach Art der Kraftquelle.

Kraftquelle	Jahreserzeugung Mill kWh	% der Gesamterzeugung	mittlere jährliche Benutzungsdauer h	Ausnutzungsfaktor %
Wasser	74,5	23,7	2720	31,0
Dampf	169,3	54,3	1350	15,4
Öl	65,8	21,2	1290	14,7
Gas u. Benzin	2,4	0,8	1040	11,9
öffentl. El.-Werke 1932	312,0	—	1500	17,1
Fremdstrom	10,1	—	—	—
laut Statistik 1932	322,1	—	—	—
„ „ 1931	311,8	—	1525	17,4
„ „ 1930	304,0	—	1650	18,8
„ „ 1929	290,0	—	1720	19,6

nen ist, muß für die übrigen Kraftquellen eine äußerst geringe Benutzungsdauer der installierten Leistung festgestellt werden. Das Gesamtmittel der Benutzungsdauer der in öffentlichen El.-Werken eingebauten Leistung beträgt 1500 h, ein Zeichen dafür, daß die in den letzten Jahren neu erstellten Anlagen infolge der Ver-

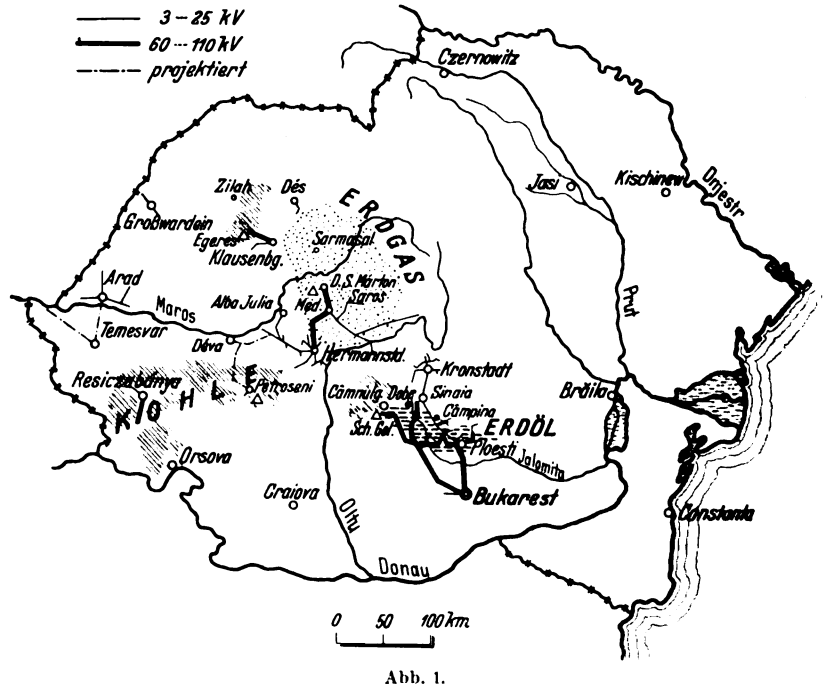


Abb. 1.

Die Verwendung des siebenbürgischen Erdgases für Industriezwecke gewinnt immer mehr an Bedeutung. Außer dem großen Erdgasvorkommen in den Sărmaşer und Saroser Gasfeldern (östlich von Klausenburg) wurden im Kleinkopischer Gasfeld (Copşa mică bei Mediasch) Bohrungen vorgenommen, die ein außerordentlich günstiges Ergebnis zeitigten. Dabei wurden bei einer Sonde folgende Gasdrücke festgestellt:

in einer Tiefe von	167 m	23 at
„ „ „ „	200 m	28 „
„ „ „ „	430 m	50 „
„ „ „ „	600 m	75 „

Im Juli 1933 wurde eine Tiefe von 765 m erreicht, wobei der Gasdruck auf rd. 100 at geschätzt wird. Das Erhebungsgebiet des Kleinkopischer Gasfeldes erstreckt sich auf eine Fläche von 200 m². Die Gasvorräte in diesem Gasfeld können auf minimal 45 Mrd m³ veranschlagt werden (Industrieztg. H. 7 vom Juli 1933 — Braşov-Kronstadt).

Am 11. VII. 1933 ist unterhalb der geschilderten Sonde in einer Entfernung von 750 m ein gewaltiger Gasausbruch erfolgt, der am 13. Juli 1933 zur Selbstentzündung führte. Aus dem Krater entströmen schätzungsweise täglich 1 Mill m³ Gas, das in etwa 25 m breiter und 100 m hoher Feuersäule abbrennt. Löschversuche sind im Gange.

Während nach Zahlentafel 3 der Ausnutzungsfaktor der Wasserkraftanlagen mit 31 % als günstig zu bezeich-

armung der Bevölkerung noch nicht in entsprechendem Maße zur Energieerzeugung herangezogen werden konnten.

In der Zahlentafel 4 sind der Vollständigkeit halber auch die Eigenanlagen angeführt, wobei zu bemerken ist, daß bei diesen Daten infolge Unvollständigkeit der statistischen Unterlagen z. T. Schätzungen vorgenommen werden mußten.

Zahlentafel 4. Leistung und Erzeugung nach der Unternehmungsform.

Eigentumsverhältnis	Leistung 1000 kW	Erzeugung Mill. kWh	Benutzungsdauer h
öffentliche Werke	208	312	1500
Eigenanlagen rd.	145	232	1600
insgesamt 1932	353	544	1540
„ 1931	335	520	1550
„ 1930	304	550	1780
„ 1929	290	570	1970

Die Benutzungsdauer der Eigenanlagen ist mit 1600 h für das Jahr 1932 als niedrig zu bezeichnen. Die Erklärung hierfür gibt die Zahlentafel 5, die zeigt, in welch erheblicher Weise die Energieerzeugung bei den 3 größten Eigenanlagen in den letzten Jahren zurückgegangen ist.

Zahlentafel 5 läßt erkennen, daß die Energieerzeugung im Jahre 1931 um 36,6 % im Vergleich zum Jahre 1929 gesunken ist, während im letzten Betriebsjahr die Produktionsschrumpfung rd. 12 % betragen hat. Das Mit-

[4] 1 RM = 40 Lei.

Digitized by Google

Zahlentafel 5. Leistung und Jahreserzeugung größerer Anlagen.

Unternehmung	installierte Leistung kW	Jahreserzeugung Mill kWh 1929	1931	1932
Dicioşânmărtin, Nitrogen. . .	22,400	71,97	28,78	30,84
Reşiţa-Anina (Eisenwerk) . .	23,000	59,16	47,33	38,72
Vulcan-Lupeni (Kohlengebiet)	19,500	33,08	27,98	22,15
insgesamt	64,900	164,21	104,09	91,81
Benutzungsdauer: . . . . h	—	2540	1610	1420

tel der Benutzungsdauer dieser drei industriellen Unternehmungen ist bei nahezu gleichbleibender Leistung von 2540 h auf 1420 h gesunken. Wenn trotzdem die Zahlentafeln 3 bzw. 4 eine leicht erhöhte Stromabgabe aufweisen, so liegt die Erklärung z. T. darin, daß bei den kleinen Unternehmungen und bei den öffentlichen El.-Werken ein Anpassen an die gegebenen Verhältnisse bis zu einem gewissen Grade leichter möglich war.

Rumänien hat 18 025 237 Einwohner, die sich auf 71 Komitate verteilen. Von der Gesamtbevölkerung wohnen 3 626 892, d. s. 20 %, in 172 Städten. Nach den bisherigen Erhebungen werden mit elektrischer Arbeit 396 Orte versorgt, deren Einwohnerzahl 4,1 Mill beträgt (22,8 %). Da im Jahre 1932 rd. 322 Mill kWh für die öffentliche Stromversorgung erzeugt wurden, entfallen demnach 78 kWh auf den Kopf der mit Elektrizität versorgten Einwohnerschaft. Auf die Gesamteinwohnerzahl bezogen, ergibt sich ein Wert von rd. 18 kWh je Einwohner.

Die nutzbare Stromabgabe war im Jahre 1932 rd. 254,1 Mill kWh, der Eigenverbrauch der El.-Werke 23,6 Mill kWh, während die Verluste 44,4 Mill kWh ausmachen.

Der Tariffrage und besonders dem Haushalttarif wird erhöhte Aufmerksamkeit gewidmet. Da aber die El.-Werke mit den Strompreisen in der Nachkriegszeit bezüglich der Entwertung des Leus nicht Schritt gehalten haben, kann gegenwärtig eine nennenswerte Herabsetzung der Strompreise nicht durchgeführt werden. Bedenkt man nämlich, daß in der Vorkriegszeit der Durchschnittswert für Lichtstrom 57 Pf betragen hat, während er heute nur 36,60 Pf/kWh ausmacht, so ist es ohne weiteres klar, daß eine erzwungene Herabsetzung der Strompreise den Ruin der El.-Werke herbeiführen müßte. In welcher Grenze sich die Strompreise bei den wichtigeren El.-Werken Rumäniens bewegen, kann aus Zahlentafel 6 entnommen werden.

Zahlentafel 6. Daten einiger El.-Werke Rumäniens.

Ort	nutzbare Stromabgabe Mill kWh 1931	1932	Strompreis 1933 für Licht* Pf/kWh	Kraft* Pf/kWh
Arad	6,3	5,9	39	17½
Bukarest	91,3	98,5	30	17½
Cernăuţi	8,2	12,8	30	15
Chişinau	5,2	4,7	40	20
Cluj-Klausenburg	8,7	8,8	26	20
Jasi	6,3	4,8	25	15
Oradea-Grosswardein . .	6,2	6,0	35	18½
Sibiu-Hermannstadt . . .	10,2	9,6	30	15
Timişoară-Temesvár . . .	13,6	13,2	32½	18½

* Mit Rabatten.

Zum Schluß soll noch erwähnt werden, daß Rumänien in 9 Städten elektrische Straßenbahnen besitzt mit einer Betriebslänge von zusammen 191 km; 6 Straßenbahnen haben eine Spurweite von 1 m, 3 eine solche von 1,435 m. Die Gebrauchsspannungen bewegen sich zwischen 550 und 750 V, während der Stromverbrauch im Jahre 1932 rd. 42,6 Mill kWh ausmacht.

Über einen neuen Röntgenbetrachtungskasten.

Von Dr. E. Hasché, Physiker der Röntgenabteilung des Rudolf-Virchow-Krankenhauses in Berlin.

Übersicht. Eine neue Ausleuchtungsart sowie Verwendung einer Quecksilberdampf-Niederdruck-Leuchtröhre an Stelle von Glühlampen hat auf dem Gebiet der medizinischen Röntgendiagnose einen Betrachtungskasten geschaffen, der gegenüber dem bisherigen wesentliche Fortschritte aufweist (größere Helligkeit bei völlig gleichmäßiger Helligkeitsverteilung, fehlende Blendung, vergrößerte Bildschärfe, verringerte Temperatureffekte und gesteigerte Wirtschaftlichkeit).

Röntgenbetrachtungskästen sind Leuchtkästen mit einer (meist) senkrecht leuchtenden Fläche aus Milch- oder Opalglas, auf die die Röntgenphotographien (Filme) zum Zwecke der Diagnose aufgelegt werden. Soll ein solcher Betrachtungskasten für röntgen-diagnostische Zwecke brauchbar sein, so muß er eine Reihe von Bedingungen erfüllen, von denen wir nennen:

1. Die Helligkeit der Betrachtungscheiben muß genügend groß sein.
2. Die Helligkeit der Betrachtungscheiben darf keine merklichen Schwankungen (Verschattungen, Licht- oder Schattenstreifen) aufweisen, weil diese unter Umständen zu Irrtümern in der Röntgendiagnose Anlaß geben können.
3. Die Bedingungen für die Erkennbarkeit kleinster Kontraste im Röntgenbilde müssen erfüllt sein. Hierzu gehören außer einer genügenden Helligkeit: genügende Bildgröße und gleiche Helligkeit für das In- und Umfeld, ferner monochromatische Strahlung.
4. Die Betrachtungscheiben dürfen im Betrieb nicht heiß werden, weil dadurch die Filme geschädigt werden können und auch ein längeres Arbeiten sehr erschwert wird.
5. Eine etwa vorhandene Temperaturerhöhung muß möglichst gleichmäßig sein (der vertikale Temperaturgradient also möglichst klein), damit sich die Filme nicht verbiegen und werfen.
6. Die Anlage muß wirtschaftlich sein.

Wie diese Bedingungen erfüllt werden können, ist dank den Fortschritten der Lichttechnik, die eine große Zahl von eingehenden Untersuchungen diesem Gegenstand gewidmet hat, heute genau bekannt[1]. Die Bedingungen sind jedoch bei den in der Medizin bisher gebräuchlichen Glühlampen-Beleuchtungskästen, wie Untersuchungen des Verfassers ergeben haben, im allgemeinen noch nicht zufriedenstellend erfüllt. Einen bemerkenswerten Fortschritt stellt in dieser Hinsicht ein neuer, von Bucky angegebener Betrachtungskasten dar, der in Abb. 1 abgebildet ist[2]. Die Leistungsfähigkeit des Betrachtungskastens konnte vermöge einer neuen Art der Ausleuchtung wesentlich gesteigert werden. Diese ist aus Abb. 2 ersichtlich, in der der neue Betrachtungskasten links im Seitenriß, rechts im Aufriß gezeichnet worden ist. Aus Abb. 2 sind auch die sonstigen Maße des Kastens ersichtlich. Der Kasten besitzt zwei große Betrachtungscheiben (jede 42 · 150 cm groß), die durch eine schmale, waagerechte Metalleiste von einander getrennt sind. Hinter dieser Metalleiste ist eine Quecksilberdampf-Niederdruck-Leuchtröhre angebracht, die ebenfalls etwa die Länge von 150 cm hat. Diese ist somit für den vor dem Kasten sitzenden Beobachter und Arzt un-

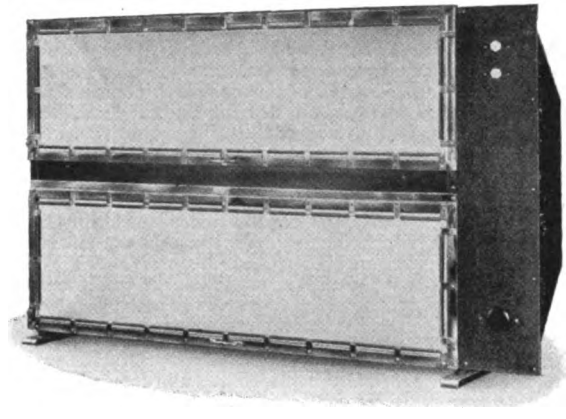


Abb. 1. Ansicht des Röntgenbetrachtungskastens.

[1] H. G. Frühling, Licht u. Lampe Bd. 19, S. 79 (1930). — W. Kircher, Broschüre „Lichtreklame", herausgegeben von der Osram-Ges. Berlin. — Vgl. auch E. Hasché, Fortschr. Röntgenstr. Bd. 48, 3, S. 346 (1933).

[2] Der Betrachtungskasten wird unter dem Namen „Kontrastus" von der Westinghouse Cooper Hewitt-Ges. Berlin hergestellt.

Digitized by Google

sichtbar. Die Quecksilberröhre beleuchtet die Hinterwand des Betrachtungskastens, der die Form eines Halbzylinders hat und auf der den Betrachtungscheiben zugewendeten Seite mit einer hochwertigen, diffus reflektierenden weißen Farbe gestrichen ist. Durch diese Art der indirekten Beleuchtung wird eine hervorragende Gleichmäßigkeit der Helligkeitsverteilung erzielt, die den praktischen Erfordernissen, wie die Versuche gezeigt haben, genügt, und die bisher an Röntgenbetrachtungskästen noch nicht erreicht worden ist. Infolge dieser Gleichmäßigkeit der Helligkeitsverteilung sind bei dem neuen Betrachtungskasten lichtstreuende Scheiben (aus Matt-, Milch- oder Opalglas) nicht mehr nötig. Die Betrachtungscheiben des Kastens sind daher erstmalig aus Klarglas.

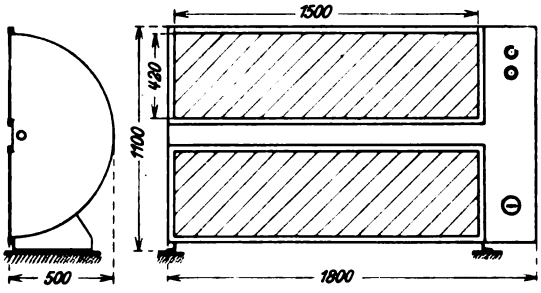


Abb. 2. Seitenriß und Aufriß des Betrachtungskastens.

Wie aus Abb. 1 ersichtlich ist, sind die Betrachtungsscheiben auf allen Seiten mit federnden Leisten versehen, so daß man eine große Zahl von Filmen auf den Scheiben befestigen und gleichzeitig beobachten kann, was besonders in größeren Instituten einem Bedürfnis entspricht.

Die Helligkeit des neuen Betrachtungskastens ist so groß, daß sich das Auge für Filme bis zum Schwärzungsgrad von etwa 1,6 im Bereich größter Kontrastempfindlichkeit befindet. Bei der Betrachtung stärker belichteter Filme ist die Kontrastempfindlichkeit des Auges etwas geringer. Für die stärksten vorkommenden Schwärzungen (2,6 ··· 3) ist die Augenempfindlichkeit etwa halb so groß, verglichen mit dem Maximalwert seiner Empfindlichkeit[3]. Besondere Beachtung verdient die Verwendung der Quecksilberlampe an Stelle von Glühlampen. Die Quecksilberstrahlung ist, verglichen mit der Mischstrahlung von Glühlampen, eine monochromatische Strahlung. Erfahrungsgemäß wird durch monochromatische Beleuchtung die Bildschärfe des betrachteten Objektes erhöht. Dieser Vorteil kommt dem neuen Betrachtungskasten zusammen mit seiner großen Helligkeit und seiner praktisch völlig gleichmäßigen Helligkeitsverteilung zugute.

Die Temperatureffekte sind so gering, daß besondere Maßnahmen zur Vermeidung hoher Scheibentemperaturen wegbleiben konnten. Ebenso ist auch der vertikale Temperaturgradient der Betrachtungscheiben bemerkenswert gering. Unter extremen Verhältnissen betrug die Maximaltemperatur der Betrachtungscheiben nach mehrstündigem ununterbrochenen Betrieb im Mittel 28,7 °C bei 18 °C Lufttemperatur. Der vertikale Temperaturgradient betrug hierbei nur 0,5 ° für je 10 cm. Auch hierin ist der neue Betrachtungskasten den bisherigen Betrachtungskästen überlegen. Bei einem Glühlampenkasten von nur 40 · 40 cm großer Betrachtungscheibe und einer Helligkeit von nur 1400 Apostilb, wodurch die Leistungsfähigkeit dieses Betrachtungskastens auf sehr schwach belichtete Filme (bis zu einem Schwärzungsgrad von höchstens 0,8) beschränkt bleibt, ergaben sich z. B. unter den gleichen Verhältnissen 34 °C Scheibentemperatur bei einem vertikalen Temperaturgradienten von 2 ° für je 10 cm.

Die Wattaufnahme des Betrachtungskastens beträgt 790 W[4]. Berücksichtigt man die Größe der Betrachtungsscheiben (12 600 cm²) und die Helligkeit (im Mittel 5500 Apostilb), so erhält man als Maß für die Wirtschaftlichkeit den Wert (12 600 · 5500) : 790 = 8,8 · 10⁴ HK/Watt. Der Energieverbrauch für die Einheit der leuchtenden Fläche ergibt sich zu 62,5 mW/cm².

Der neue Betrachtungskasten stellt somit gegenüber den bisher gebräuchlichen Betrachtungskästen in allen wesentlichen Punkten einen Fortschritt dar.

[3] Vgl. hierzu: L. Schneider, Licht u. Lampe Bd. 16, H. 24 u. 25 (1927).

[4] Diese konnte neuerdings — bei sonst gleichbleibenden Betriebsdaten — noch wesentlich vermindert werden.

Der Stabilisator als Zeitmarkengeber für Schleifenoszillographen.

(Mitteilung aus dem Lichttechnischen Laboratorium der Osram G. m. b. H., K. G.)

Von K. Fränz, Berlin.

Der Stabilisator (System Lorenz-Körös) Abb. 1 ist ein Glimmstrecken-Spannungsteiler mit 4 Gasentladungsstrecken ($-G \cdots B_3$), an denen unabhängig von der Strombelastung je 70 V Potentialdifferenz liegen. Man kann ihn benutzen, um zeitlich konstante Kippschwingungen auf

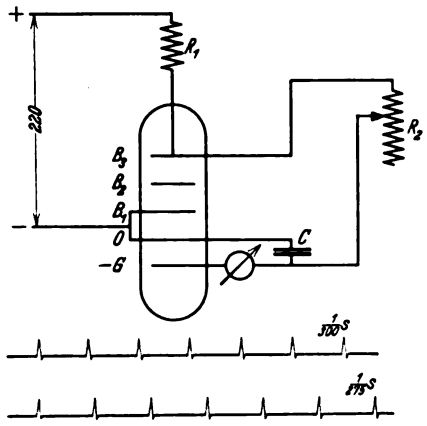


Abb. 1. Schaltung des Zeitmarkengebers.

einfache und billige Weise zu erzeugen. Zwei Glimmstrecken ($B_3 \cdots B_1$) werden in Reihe mit dem Strombegrenzungswiderstand R_1 von ungefähr 5000 Ω an eine Gleichspannung von 220 V gelegt. Bei Schwankungen dieser Speisespannung um ± 10 % schwankt die Klemmspannung zwischen $B_3 \cdots B_1$ um weniger als 0,5 %, so daß der Zeitmarkengeber direkt an ein Gleichstromnetz geschaltet werden kann. Die stabilisierte Spannung lädt den Kondensator C von 0,05 µF über den regelbaren Ladewiderstand R_2 (rd. 100 000 Ω) auf bis zur Zündspannung der Glimmstrecke ($-G\,0$), über die sich C bis zu ihrer Abreißspannung wieder entlädt. Es lassen sich durch Ändern von R_2 Kippfrequenzen bis zu 300 Hz erzeugen.

Unsere Versuchsapparatur wurde in Verbindung mit einem Siemens-Schleifenoszillographen benutzt. Aus dem Oszillogramm in Abb. 1 ersieht man, daß die Entladestromstöße genau definierte Zeitmarken abgeben. Die Entfernung je zweier benachbarter Spitzen war auch bei den höchsten verwendeten Papiergeschwindigkeiten von 10 m/s gut konstant. Zur Eichung und zur Kontrolle der erzielbaren Genauigkeit wurden auf denselben Film nacheinander Zeitmarken von $^1/_{275}$ und $^1/_{300}$ s gegeben durch Vergleichen der noch unbekannten Kippfrequenz mit der sehr konstanten Frequenz des Netzes der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke. Es koinzidierten zwei Marken der Kippfrequenz miteinander und dann wieder je die 11. und die 12. Aus der gleichzeitig aufgenommenen Sinuslinie des Netzwechselstromes ergab sich, daß je 11 oder 12 Marken einer Zeit von $^1/_{25}$ s entsprechen ($^1/_{25} = {}^{11}/_{275} = {}^{12}/_{300}$). Die Abstände der Marken auf dem Film, die genau gleich sein sollten, betrugen 20,10 und 20,15 cm; die Zeitsignale sind also auf ¼ % genau. Es ist wohl kaum möglich, bei einer Sinuslinie von gleicher Frequenz die Entfernung zweier um eine Periode verschobener Punkte mit entsprechender Genauigkeit abzulesen. Der Widerstand R_2 läßt sich direkt in Hertz eichen, so daß man auch bei visueller Beobachtung auf der Mattscheibe des Oszillographen beliebige Frequenzen unterhalb 300 Hz messen kann. Der Stabilisator sowohl wie Widerstand und Kondensator dürften sich kaum abnutzen, so daß man mit längerer zeitlicher Konstanz der Kippschwingvorrichtung rechnen kann.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Einfluß der Lochung von Transformatorkernen auf den Magnetisierungstrom. — Es wird die Induktionsverteilung in einem gelochten Eisenband (Abb. 1) bei konstanter Permeabilität im Eisen mit der Verteilung bei Berücksichtigung der Permeabilität verglichen und ein Näherungsverfahren zur Berechnung der magnetischen Spannung längs eines gelochten Eisenbandes entwickelt. Nach diesem Verfahren, das neben der Permeabilität im Eisen auch die Entlastung des Eisens durch die Induktion im Loch berücksichtigt, wird die Zunahme der magnetischen Spannung durch die Lochung bei verschiedener Induktion im ungelochten Teil berechnet. Der Vergleich des Rechnungsergebnisses mit dem Versuch ergibt befriedigende Übereinstimmung.

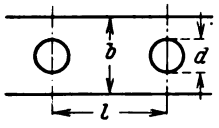


Abb. 1.

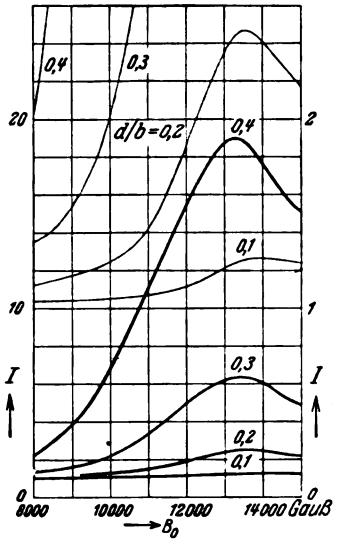


Abb. 2. Verhältnis der Effektivwerte der Magnetisierungsströme bei gelochtem und ungelochtem magnetischem Kreis, ohne Luftspalte, Lochteilung l gleich Blechbreite b. Hochlegiertes Blech. Rechter Ordinatenmaßstab für die dünnen Kurven.

Abb. 2.

Dem entwickelten Berechnungsverfahren wird ein wesentlich vereinfachtes aber physikalisch nicht ganz einwandfreies Verfahren gegenübergestellt, das sich an die übliche Berechnung der magnetischen Spannung längs des Zahnes eines Ankerbleches anlehnt. Nach diesem „primitiven" Verfahren wird die mittlere scheinbare Induktion berechnet, wie sie sich als Quotient von Nutzfluß und Eisenquerschnitt senkrecht zur Mittellinie des Blechs ergibt, die Feldstärke unter Berücksichtigung der Entlastung durch die unmagnetischen Nebenwege ermittelt und das Integral der Feldstärke gebildet. Dieses primitive Verfahren ergibt zu kleine Werte für die relative Zunahme der magnetischen Spannung durch die Lochung. Der Höchstwert dieser relativen Zunahme, der bei einer Induktion von etwa 13 000 Gauß im ungelochten Teil des Eisenbandes auftritt, hängt von dem Verhältnis Lochdurchmesser d zu Blechbreite b ab und beträgt bei dem primitiven Verfahren für $0{,}1 \leqq d/b \leqq 0{,}4$ etwa das 0,54- bis 0,78-fache der relativen Zunahme nach dem genaueren Verfahren.

Aus der magnetischen Spannung bei gelochtem Eisenkern als Funktion der Induktion läßt sich der Magnetisierungstrom und damit das Verhältnis der Effektivwerte des Magnetisierungstromes bei gelochtem und ungelochtem Eisenkern berechnen. In Abb. 2 ist dieses Verhältnis I als Funktion des Höchstwertes der Induktion B_0 im ungelochten Teil des Kerns für verschiedene Verhältnisse d/b dargestellt, wobei angenommen ist, daß die Induktion sich zeitlich sinusförmig ändert, die Lochteilung l gleich der Blechbreite b ist und der magnetische Kreis keine Luftspalte enthält; es ist ferner hochlegiertes Dynamoblech (Magnetisierungskurve auf S. 104 im Buche von Richter, Elektrische Maschinen Bd. 2) vorausgesetzt. Für die stark ausgezogenen Kurven gilt der linke, für die schwach ausgezogenen der rechte Ordinatenmaßstab. (R. Richter, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 51, S. 285.) *Sb.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Ein neuer magnetischer Kontakt. — Bei vielen magnetischen Messungen und überhaupt oft beim Arbeiten mit magnetischen Flüssen treten Kontaktschwierigkeiten auf, wenn ein kleiner und konstanter magnetischer Übergangswiderstand notwendig ist, z. B. zwischen dem Ende eines Jochschenkels J (Abb. 3) und einer gleitenden oder austauschbaren Platte P. Bei kleinem Luftspalt ist der Übergangswiderstand zwar gering, kann aber schwer konstant gehalten werden (in manchen Fällen muß schon aus mechanischen Gründen ein gewisser Abstand eingehalten werden, damit nicht ein Zusammenschlagen der beweglichen Teile eintritt). Bei großem Luftspalt sind diese Nachteile zwar geringer, dafür erfordert der längere Luftweg eine viel größere Durchflutung und damit größere Verluste durch Stromwärme.

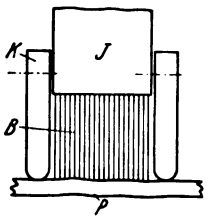


Abb. 3. Magnetischer Bürstenkontakt.

Eine einfache Lösung dieses Problems stellen Bürsten aus magnetischem Werkstoff dar[1]. Die einzelnen Bürstendrähtchen B aus geglühtem Stahl oder irgendeiner ferromagnetischen Legierung werden in Bündeln zusammengefaßt auf dem Pol befestigt und daneben eine Gleitkufe K aus Messing angebracht, die den Abstand der bewegten Flächen und damit die Durchbiegung der Drähtchen in gewissen Grenzen regelt.

Es läßt sich zeigen, daß der magnetische Widerstand der Bürste von kleinen Durchbiegungen unabhängig ist. Länge und Querschnitt des einzelnen Drähtchens bleiben selbstverständlich konstant. Die Magnetisierungskurve ändert sich zwar theoretisch etwas, u. zw. um so mehr, je größer die Magnetostriktion des Materials ist; bei den dünnen Drähtchen und den schwachen Biegungen sind diese Änderungen jedoch noch nicht zu bemerken. Es ist anzunehmen, daß der Fluß und damit die Feldstärke im einzelnen Drähtchen konstant bleiben; dann muß auch die Feldstärke in den benachbarten parallelen Luftröhren unverändert bleiben, damit die Bedingung rot $\mathfrak{H} = 0$ oder $\oint \mathfrak{H}\, d\mathfrak{r} = 0$ erfüllt ist. Der Querschnitt dieser Luftröhren wird aber beim Durchbiegen kleiner, infolgedessen der Widerstand etwas größer. Immerhin ist diese Änderung minimal, da die Luftröhren nur einen kleinen Bruchteil des Gesamtflusses führen. Da sich ferner die Streulinien außerhalb der Bürste, deren Länge bei gleichem Querschnitt geringer wird, in umgekehrter Weise ändern, so heben sich diese beiden Einflüsse, die an sich schon verschwindend sind, ungefähr auf. Praktische Versuche haben jedenfalls ergeben, daß bei nicht ebenen Oberflächen oder bei wechselndem Anpreßdruck der Bürstenwiderstand völlig konstant bleibt. Da er immerhin höher ist als der des vollen Materials, kann man die größeren Zwischenräume zwischen den Drahtbündeln mit Blechstücken ausfüllen, ohne daß die genannten Vorzüge verloren gehen.

Das wichtigste Anwendungsgebiet dieser Bürsten sind magnetische Messungen, bei denen die Prüfstücke schnell ausgewechselt werden sollen. Durch diese Kontakte wird es möglich, an unverletzten Blechtafeln, Röhren oder Profileisen magnetische Messungen vorzunehmen. Infolgedessen haben sie besondere Bedeutung für Schweißnahtprüfung und magnetische Gefügeuntersuchung. Ferner kann mit den Bürsten der Widerstand eines unvermeidlichen Luftspalts herabgesetzt werden, z. B. bei magnetischer Zugbeeinflussung; vielleicht ist sogar die Überbrückung des Luftspalts bei Großgeneratoren wirtschaftlich. F. Lichtenberger u. H. Mauch, Berlin.

Untersuchung von Steinen und Spitzen für Lager in Instrumenten und Apparaten. — Verney Scott untersucht die Probleme, die beim Gebrauch von Stahlspitzen in Edelsteinen als Lager für bewegliche Organe auftreten, um sie der Messung bzw. Beobachtung zugänglich zu machen. Es wird zunächst eine Einrichtung beschrieben,

[1] DRP. 567221.

Digitized by Google

die mittels Lichtprojektion gestattet, den Schleif- und Poliervorgang im vergrößerten Bilde dicht neben der Schleifstelle zu verfolgen. Die Messungen und Beobachtungen sind in folgender Weise gruppiert:

1. Winkel- bzw. Schliffmessung an Spitzen und Steinen. Es wird dabei mit 200facher Vergrößerung bei grünem Lichtfilter gearbeitet und direkt an der Mikroskopskala abgelesen.

2. Beeinflussung der Stahlspitzen durch statische Belastung. Es wird die durch die statische Belastung hervorgerufene Abplattung der Spitze gemessen. Als Druckplatte dient ein ebener Saphirstein. Die Abplattung der Spitze wurde beobachtet bei Spitzenwinkeln von 30 ··· 120 ° und bei Belastungen von 100 ··· 1000 g bei weichem Material (Messing, weicher Stahl) und 200 ··· 2000 g bei hartem Material (Stellite und harter Stahl). Die gleiche Abplattung wie bei 150 ° ergibt sich bei 30 ° Spitzenwinkel mit weniger als halber Last. Eine Formel ist aufgestellt für die Beziehung zwischen Last und Einheitsfläche. Eine Zahlentafel gibt die Beziehung zwischen Härtetemperatur und Drucklast je Einheitsfläche. Es wird damit ein Verfahren gegeben für die laufende Materialprüfung und für die Wärmebehandlung während der Spitzenfabrikation. Das Lastprüfverfahren wird weiter angewendet zur Ermittlung der kleinsten zulässigen Abrundung für die Spitzen. Es wird eine Kurve gegeben für Belastung der Spitze bis 50 g und bei Abrundung der Spitzen bis $r = 0{,}8$ mm. Auszugsweise ergibt sich: $r = 0{,}02$ mm/2 g; 0,04 mm/10 g; 0,06 mm/22 g; 0,08 mm/40 g als Belastung, wobei als Grenzwert die Last gilt, bei welcher noch keine dauernde Spitzendeformation verbleibt.

3. Eine weitere Apparatur diente zur Ermittlung der Reibung zwischen Spitze und Stein bei verschiedener Belastung. Auf die an einer rotierenden, vertikalen Achse montierte Spitze wird eine mit Steinhütchen versehene Scheibe freischwebend aufgesetzt. Die Verzögerung zwischen Scheibe und Spitzenwelle bzw. die Auslaufzeit der Scheibe nach stillgesetzter Spitzenwelle gibt das Maß für die Reibung zwischen Spitze und Stein. Mit der gleichen Anordnung wurde noch der Verschleiß zwischen Spitze und Stein beobachtet. Die Scheibe der Apparatur wird dabei mittels eines permanenten Magneten gebremst. In bestimmten Zeitabschnitten wird dann die Zunahme der Reibung durch Beobachtung der Auslaufzeit ermittelt, während die Bremse vorübergehend entfernt und die Achse stillgesetzt wird. Dabei wurde beobachtet, daß eine zunächst saubere Oberfläche von Spitze und Stein nach einiger Zeit farbige Interferenzringe nahe dem Zentrum der Spitze zeigte. Später entsteht dann ein sich vergrößernder Ring aus rotbraunem, pulverförmigem Eisenoxyd.

4. Es wird weiter der Einfluß einer Ölschmierung auf Verschleiß und Reibung untersucht. Durch Ölung erhöht sich die Lebensdauer um mehr als das Zehnfache, entsprechend 0,5 bzw. 15 Mill Umdrehungen bei trockenem und geschmiertem Lauf.

5. Endlich wird noch der Einfluß der Lage der kristallinen Strukturrichtung des Steines zum Schliff ermittelt. Ein Unterschied von 50 ° brachte nach 1 000 000 Umdrehungen das Achtfache der Reibung und das Zehnfache der Abnutzung und erhöhte sich in gleichem Maße während der Fortsetzung der Versuche in dem Sinne, daß die Steine mit größerem Winkel zwischen Kristallachse und Schlifffläche wesentlich günstiger waren. Besonders starke Abnutzung der Stahlspitzen hat sich ergeben bei Steinen ohne ausgesprochene kristallinische Struktur. Die Messungsergebnisse werden durch mikroskopische Vergrößerungen belegt. (Verney Scott, J. Instn. electr. Engr. Bd. 69 [1931], S. 751.) *Schö.*

Beleuchtung.

Vor Ort gemessene Beleuchtungstärken im Ruhrkohlenbergbau. — Durch Zeitmessungen mit einer eigens für diesen Zweck gebauten Meßeinrichtung ist experimentell nachgewiesen worden, daß der Steinkohlenhauer vor Ort eine Mindestbeleuchtung von 20 Lux braucht, wenn er schnell Berge von Kohle unterscheiden soll. Diese Forderung stimmt mit der in den Leitsätzen für die Beleuchtung mit künstlichem Licht für grobe Arbeit mit 20 Lux als notwendig bezeichneten Beleuchtungstärke überein. Durch Messungen vor Ort wurde festgestellt, daß neuzeitliche Grubenlampen diese Forderung nicht entfernt, Preßluftlampen und Starkstrom-Abbauleuchten nur knapp erfüllen. Durch Umklappen der Preßluft- und Starkstromlampen in die waagerechte Lage wurde die Beleuchtungsstärke besonders am Kohlenstoß erhöht. Hieraus ist die Forderung abzuleiten, daß auch die Starkstromleuchten zur Aufhängung in waagerechter Lage einzurichten sind, wie es bei den Preßluftlampen bereits üblich ist.

Alkalische Mannschaftslampen erzeugen mit 0,5 Lux eine Beleuchtung, die ungefähr dem Vollmondschein in der Natur entspricht, während die Benzinsicherheitslampen noch nicht einmal Mondscheinbeleuchtung bewirken. Das geringe Reflexionsvermögen der Kohlen (1 ... 5 %) und Klaubeberge (3 ... 8 %) erschwert außerdem noch das Sehen, das unter dauernder Überanstrengung der Augen ausgeführt werden muß. Die Ansichten führender Augenärzte der ganzen Welt decken sich darin, daß dieser zahlenmäßig hiermit belegte Lichtmangel die Ursache des Augenzitterns der Bergleute sein kann. (Elektr. im Bergb. Bd. 7 [1932], S. 41.) *Sgm.*

Heizung. Öfen.

Elektrische Widerstandsöfen für hohe Temperaturen. — F. Lauster teilt die elektrischen Widerstandsöfen in drei Gruppen ein und unterwirft seiner Betrachtung die dritte Gruppe, die Hochtemperaturöfen für Temperaturen über 1100 °C, indem er eine sehr eingehende Schilderung des heutigen Entwicklungstandes gibt. Es wird dargelegt, daß auf dem Gebiet der Glühung und Härtung bereits eindeutige Betriebsbedingungen für solche Hochtemperaturöfen festgelegt worden sind und auch auf keramischem Gebiet die Schaffung von eindeutigen Betriebsunterlagen im Gange ist. Danach seien die wichtigen Erfordernisse hinsichtlich Gliederung der Heizzonen, Regelbarkeit der Temperaturen und hinsichtlich der verwendbaren Schutzgase gegeben. Ausgehend von den verfügbaren Werkstoffen werden die verschiedenen Ausführungsformen behandelt, Öfen mit flüssigen Heizleitern, mit Heizwiderständen aus Halbleitern, mit metallischen Heizkörpern und mit Heizkörpern aus Edelmetallen sowie deren Legierungen. An Hand von Abbildungen werden aus jeder Gruppe Ausführungsbeispiele gezeigt und die Vor- und Nachteile der verschiedenen Heizsysteme einer kritischen Betrachtung unterzogen. (F. Lauster, Elektr.-Wirtsch. Bd. 31, S. 556.) *Sb.*

Installation.

Erdungswiderstände in Hochhäusern. — Versuche an dem neuen Verwaltungsgebäude der Rhenania-Ossag Mineralölwerke AG. in Berlin zur Entscheidung der Frage, ob es empfehlenswert ist, das Stahlskelett oder die vorhandenen Rohrsysteme derartiger Hochbauten zur Erdung elektrischer Maschinen, Geräte und Leitungen heranzuziehen, hatten folgendes Ergebnis: Der Erdübergangswiderstand des Stahlskeletts betrug nur 0,05 Ω. Es erübrigt sich daher in Übereinstimmung mit früheren Messungen an Häusern ähnlicher Bauart, bei größeren Stahlskelettbauten besondere Erder zu verlegen. Einzelne Rohrsysteme sollten, obwohl mit dem Stahlskelett in metallischer Verbindung stehend, nicht ohne weiteres als Erdleitung benutzt werden. Fahrstuhlmotoren müssen, am besten durch gut leitende Verbindungen mit dem nächstgelegenen Teil des Stahlskeletts, besonders geerdet werden. Zweckmäßig ist die gesamte elektrische Anlage eines Hochhauses als Verteilungsnetz anzusprechen und zu fordern, daß die Nulleiter in ihren Ausläufern, z. B. an den Fahrstuhlmotoren, geerdet werden. (W. Starck, Elektr.-Wirtsch. Bd. 31, S. 418.) *Hf.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Fortschritte in Fahrzeug-Transformatoren. — Das Gewicht der Bahntransformatoren ist stark vermindert worden durch Verwendung von Walzeisen statt Guß, Abrunden der Blechecken, Fortlassen des Blechgehäuses um den Kern. Man verwendet bis 11 000 V Trocken-, darüber Öltransformatoren. Wichtig ist bei ersteren die Spulenisolation. Früher wurden sie kompoundiert, mehrfach mit Band umwickelt, nochmals kompoundiert. Das ist mechanisch zu weich, die Luftspalte schließen sich mit der Zeit. Das Tauchen der Spulen in Isolierlack ist etwas besser. Neuerdings wird statt Kompound synthetischer Lack benutzt; die Spule wird getaucht, gepreßt und gebacken, mit Band bewickelt, nochmal getaucht, beiderseits mit Papier belegt, gebacken, endlich mehrmals mit Isolierlack überzogen. Zwischen den Spulen und gegen den Eisenkörper werden gebogene Distanzleisten eingelegt, die jede Windung stützen, aber doch genügend Luftkanäle freilassen. Der ganze Transformator wird nach Zusammenbau noch mehrmals in Isolierlack getaucht. Sekundärspulen werden gruppenweise parallel geschaltet, wodurch die

Digitized by Google

Streuung namentlich bei unteren Stufen viel geringer ausfällt, schwere Schaltschienen vermieden werden.

Bei 22 000 V Fahrdrahtspannung werden Öltransformatoren benutzt, Isolation in üblicher Weise, aber Spulen mit Lack imprägniert. Kräftiger Kessel, Öl mittels Pumpe durch einen Röhrenkühler getrieben, der seinerseits mit Gebläse gekühlt wird. Beispiel Transformatoren der Virginian-Lokomotive, 22 000/1500 V, 2350 kVA, 25 Per/s, 9 l Öl und 2,83 m^3/s Luft.

Als Beispiel für europäische Lokomotivtransformatoren wird ein solcher von 2250 kVA + 400 kW Heizung der C + C- und 2 B B 2-Lokomotive der Wasseggruppe dargestellt, 15 000/629 V, 16⅔ Per/s, geschweißter Kessel mit Henkelrohren und künstlicher Belüftung, 3 eingebauten Stromteilern und Schützenbatterie auf dem Deckel.

Anm. des Berichters: Die Deutsche Reichsbahn hat viele Lufttransformatoren für 15 000 V in Betrieb, besonders von Bergmann und AEG. Erstere sind seit langem nach ganz ähnlichem Verfahren isoliert. Leiter selbst mit Kabelpapier umwickelt, starke Papierzwischenlagen, bakelitisiert, außen mehrmals lackiert. Band- und Papierbelag vermieden, da sonst Kühlung beeinträchtigt. Kreisförmige Scheibenspulen. Neuere Transformatoren etwa 3,7 kg/kVA. (S. S. Cook und C. Brockmann, Electr. Rly. J. Bd. 75, S. 693.) *P. M.*

Leichte und bruchsichere Anfahrwiderstände für Bahnzwecke. — Abb. 4 zeigt, wie die Windungen des zuvor über einen ellipsenähnlichen Kern in sonst bekannter Weise hochkant gewickelten Widerstandsbandes von gerillten, keramischen Reitern getragen werden, die auf

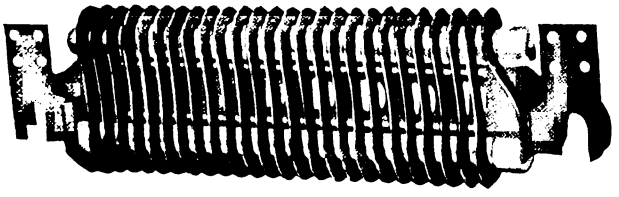


Abb. 4. Anfahrwiderstand mit hochkant gewickeltem Band.

einem eisernen, gelochten Rahmen sitzen. An dessen Enden sind die Tragfüße angelascht. Die Anschlußklemmen aus Kupfer werden mit den Bandenden elektrisch hart verlötet. Dem Widerstandswerte und der Belastungsgröße wird Rechnung getragen durch entsprechende Bemessung der Dicke des Widerstandsbandes, durch Veränderung des Windungsabstandes und durch die Länge des Widerstandskörpers. Versuche haben ergeben, daß die Belastbarkeit dieser Widerstände erheblich größer ist als die der gebräuchlichen eisernen Gitterwiderstände, um so mehr, als sie eine höhere Temperatur vertragen als letztere. Damit verbürgen sie eine erhebliche Gewichtsersparnis bei großer mechanischer Widerstandsfähigkeit. Die Ursache liegt in der großen Oberflächenentwicklung des Leiters und in der wirksamen Kühlung des luftigen Aufbaues. Vergleiche werden aufgestellt, doch fehlen solche mit Drahtwiderständen und Aufschlüsse über das Verhalten bei kurzzeitigen Belastungen und darauf folgenden längeren Ruhepausen, wobei die geschilderten Vorzugsmerkmale weniger ersichtlich werden. (O. Eaton, Gen. electr. Rev. Bd. 36, S. 153.) *M. R.*

Diesel-elektrische Triebwagen in England. — Auf der London und Northeastern Railway sind im letzten Herbst Versuche mit einem vierachsigen Diesel-elektrischen Triebwagen von 250 PS Leistung durchgeführt worden. Zwei weitere Wagen werden demnächst versuchsweise auf anderen englischen Strecken in Dienst gestellt werden. Der Dieselmotor ist von der Firma Armstrong, Witworth & Co. in Newcastle on Tyne als Lizenznehmerin von Sulzer-Winterthur gebaut worden. Der Dieselgenerator ist in einem besonderen Abteil über einem der beiden Drehgestelle, in dem auch die beiden Triebmotoren angeordnet sind, untergebracht. Er wird bei Fahrten im Gefälle und bei Aufenthalten stillgesetzt. Der 18 m lange Wagen bietet Sitzplätze für 60 Reisende und ist außerdem mit einem Gepäckabteil von 1,8 m Länge versehen. Er wiegt vollbesetzt 48 t. Die Achslager sind in der auch in Deutschland bewährten „Isothermos"-Bauart ausgeführt. Der Wagen wird elektrisch geheizt, wobei der Strom dem Hauptgenerator entnommen wird. Heiz- und Lichtkupplungen ermöglichen auch die elektrische Heizung von Anhängewagen. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 105 km/h.

Bemerkenswert ist, daß der Wagen mit Zugsteuerung ausgerüstet ist, so daß mehrere gleichartige Triebwagen von einem Führerstand aus gesteuert und auch von einem mit Führerstand versehenen Anhängewagen aus gefahren werden können. Die Steuerung ist sehr einfach, der Kontroller besitzt zwei Stellungen, eine Einschaltestellung und eine Fahrstellung. In der Fahrstellung regelt sich die Geschwindigkeit selbsttätig gemäß den Fahrbedingungen bei gleichmäßiger Maschinenleistung. Bemerkenswert ist auch, daß im Falle des Versagens eines Zylinders der Kontroller selbsttätig die Belastung entsprechend der verringerten Leistung des Dieselmotors herabsetzt. (Engineering Bd. 133, S. 10.) —*sb*—

Bergbau und Hütte.

Das Reduzieren von Eisenerzen zu Stahl im elektrischen Ofen mit hohlen Elektroden. — Eine Erfindung von Sydney T. Wiles bezieht sich auf den Bau und den Betrieb eines elektrischen Ofens mit hohlen Elektroden, dazu bestimmt, daß man durch sie mit den Reduzierstoffen vermischte Eisenerze einführt, und daß die Durchführung von chemischen Reaktionen in ihnen zwecks Erzeugung von Kohlenstoffstahl oder von legiertem Stahl ermöglicht wird. Die Elektroden stellen auf diese Weise gewissermaßen Retorten und chemische Reaktionskammern dar. Die Elektrode kann man deshalb als eine Retorte betrachten, weil das eine aus dem Ofen herausragende Ende kalt und das andere Ende in der Ofenmitte warm ist und, die Hitze des elektrischen Lichtbogens besitzt; es lassen sich demnach einerseits diejenigen Reaktionen vollziehen, die für die Reduzierung des Eisenerzes ähnlich wie im Hochofen notwendig sind, anderseits läßt sich dann weiter das Frischen des erhaltenen Eisens zu Stahl in ein und derselben Schmelze durchführen, wie dies in jedem elektrischen Ofen möglich ist. Wenn man lediglich das Eisenerz durch die Elektrode bewegen würde, so müßte notwendigerweise infolge der zwischen dem Eisenerz und der Kohlenelektrode sich vollziehenden Reaktionen die Elektrode stark angegriffen werden. Aus dem Grunde wird Graphit, Koksstaub u. dgl. mit dem Eisenerz vermischt, so daß die kohlenstoffhaltigen Stoffe die Reduktion erleichtern und die Wände der Elektroden schonen. Bei dem Versuchsofen besitzen die hohlen Elektroden einen Durchmesser von mindestens 15 cm. Die Erfahrungen mit dem Versuchsofen gehen dahin, daß das Eisenerz in die hohlen Elektroden leicht eingeführt werden kann, und daß die chemische Zusammensetzung des Enderzeugnisses sich im voraus mit Sicherheit berechnen läßt. Lediglich durch Einführung von Eisenerz und Chromerz mit Kohlenstoff als Reduziermittel gelang es z. B., folgende niedriggekohlte Chromstähle, mittelgekohlte Chromstähle und niedriggekohlte Chrom-Nickel-Stähle zu erzeugen:

	niedriggekohlter Chromstahl %	mittelgekohlter Chromstahl %	niedriggekohlter Chrom-Nickel-Stahl %
Kohlenstoff . .	0,072	0,376	0,068
Silizium . . .	0,23	0,17	0,12
Mangan . . .	0,11	0,12	0,10
Schwefel . . .	0,013	0,032	0,028
Phosphor . . .	0,021	0,014	0,036
Chrom	15,04	17,61	17,96
Nickel	—	—	8,21

(Iron Age Bd. 129, S. 1066.) *Kp.*

Schaltwagen in der Stromzuführung untertage. — Die elektrische Energie wird den Förderbandmotoren in Abbaustrecken, soweit die Motoren mit 500 V gespeist werden, mittels Streckenkabels von 3 · 50 mm^2 Querschnitt zugeführt. Anfangs legte man zwecks Schaltung des Motors in die Zuleitung einfach einen Leistungschalter. Waren aber irgendwelche Arbeiten am Leistungschalter erforderlich, so mußte die Leitung vom Transformatorraum aus, der oft über 500 m entfernt war, spannungslos gemacht werden, wozu immer eine längere Zeit notwendig war. Der betreffende Arbeiter blieb dauernd im Gefühl der Unsicherheit, zumal er oft nicht selbst die Betätigung des Hauptschalters vorgenommen hatte. Ferner wurden bei solchem Arbeiten die am gleichen Abzweig hängenden Kraftverbraucher mitabgeschaltet. Auf der Zeche Rheinpreußen baute man daher unmittelbar vor jeden Leistungschalter einen schlagwettergeschützten Trennschalter ein. Der Arbeiter hat nun die Möglichkeit, die Abschaltung selbst in unmittelbarer Nähe der Arbeitstelle vorzunehmen. Gegen unbefugte Betätigung kann der Trennschalter außerdem in der „Aus"-Stellung durch ein Vorhängeschloß verriegelt werden. Trennschalter und Leistung-

Digitized by Google

schalter werden neuerdings zusammen auf einem fahrbaren Gestell, einem Schaltwagen, angebracht, das frei am Streckenstoß aufgestellt wird. Die gesamte Stromzuführungsanlage in den Abbaustrecken paßt sich mit Hilfe dieser Vorrichtung dem Vor- und Rückwärtsschreiten des Abbaues gut an. (Morhenn, Elektr. im Bergb. Bd. 6 [1931], S. 162 u. 165.) *Sgm.*

Fernmeldetechnik.

10 Jahre deutscher Tonfilm. — Am 24. IX. 1923 wurde im Schubertsaal in Berlin der erste Publikums-Tonfilm vorgeführt, der den Beweis für die Brauchbarkeit des von der Erfindergemeinschaft Triergon (Hans Vogt, Jo Engl, Joseph Massolle) in mehrjähriger Laboratoriumsarbeit (seit 1918) geschaffenen Lichttonfilmsystems erbrachte. Die Filmindustrie, die dem Tonfilm damals jede künstlerische Entwicklungsmöglichkeit absprach, konnte sich indes nicht entschließen, dem Tonfilm sich zuzuwenden, so daß die Sache trotz des technischen Erfolges zunächst im Sande verlief. Bei der 6 Jahre später erfolgten Einführung des Tonfilms verschafften jedoch die Tri-Ergon-Patente ihren jetzigen Inhabern eine sehr starke Stellung in den in allen Ländern einsetzenden Patentkämpfen. Das von den drei Erfindern damals mit erstaunlichem Weitblick entwickelte Verfahren der photographischen Tonaufzeichnung hat sich ja inzwischen allgemein durchgesetzt, der Nadeltonfilm hat als Surrogat dem Lichttonfilm weichen müssen. Auch die damals im einzelnen entwickelten Anordnungen von Verfahren werden im wesentlichen noch heute angewendet, lediglich unter Benutzung der in der Funktechnik inzwischen neugeschaffenen elektroakustischen Organe. Die Spaltoptik, die getrennte Entwicklung, die Photozelle, die Gleichlaufeinrichtung (Schwungrad) bilden noch heute wesentliche Merkmale aller Tonfilmverfahren, auch die damals entwickelte Aufzeichnungs-Glimmlampe (Ultrafrequenzlampe) wird noch heute sehr viel verwendet. In diesem Zusammenhange seien auch die beachtlichen Vorarbeiten der Physiker Ruhmer, Poulsen und Berglund am Lichttonfilm erwähnt.

A. Schneider.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Verhalten dünner Cellon-Lackschichten im elektrischen Felde. — Cellon-Lackschichten von 2 ··· 5 μ Schichtstärke wurden in der Wienschen Brücke bei konstanter Temperatur mit einer konstanten Wechselspannung belastet. Die Abhängigkeit des Verlustwinkels und der Kapazität von der Dauer des Versuches ist in Abb. 5 (Kurven *1* und *1'*) dargestellt. Nach wiederholter Beanspruchung nahmen Verlustwinkel und Kapazität Werte nach Kurven *4* und *4'* an. Die Schichten waren formiert und ihre elektrische Festigkeit hatte beträchtlich zugenommen.

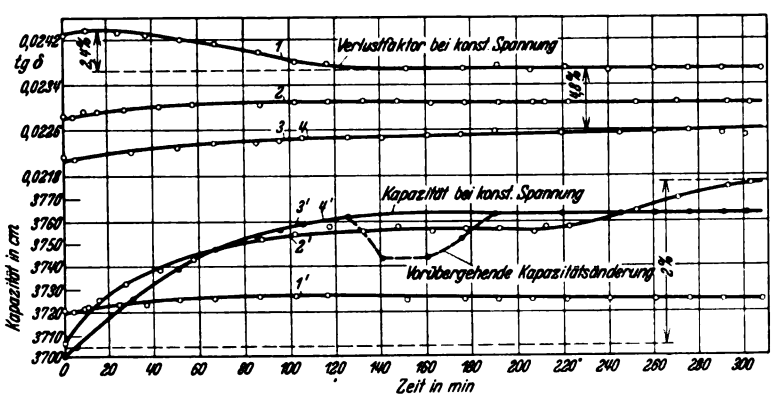


Abb. 5. Verlustwinkel und Kapazität, abhängig von der Zeit bei konstanter Wechselspannung.

Die gleichen Untersuchungen wurden bei Gleichspannungsbelastung vorgenommen, wobei die Änderungen des Verlustwinkels und der Kapazität durch kurzzeitige Messungen bei einer kleinen Wechselspannung bestimmt wurden. Die Ergebnisse waren die gleichen wie bei Belastung mit Wechselspannung, nur traten die Verlustfaktor- und Kapazitätsänderungen während der Dauer des Einwirkens des Gleichfeldes ein. Die Verlustwinkel- und Kapazitätsänderungen ließen sich, solange die Cellonschichten nicht formiert waren, bis zu einem gewissen Grade rückgängig machen, jedoch war hierfür die Polarität der Elektroden von entscheidendem Einfluß.

Temperaturerhöhung ließ die Leitfähigkeit der Cellonschichten beträchtlich ansteigen, während Kapazität und Verlustwinkel kaum eine Veränderung erfuhren. Für die elektrische Festigkeit der Schichten war hauptsächlich der Grad der Formierung von größter Bedeutung. — Die experimentellen Ergebnisse lassen deutlich erkennen, daß der Verlustfaktor der Cellonschichten aus drei Anteilen sich zusammensetzt, die verschiedenen Ursprungs sind. Die Verlustwinkeländerungen vollzogen sich in vier verschiedenen Entwicklungszuständen, die sich durch kennzeichnende Merkmale voneinander unterschieden. (A. Mainka, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 10, S. 731.)

Hochspannungstechnik.

Polaritätsunterschied der Luft-Durchschlagspannungen und seine Verwendung beim Gleichrichter für sehr hohe Spannungen. — In der von Erwin Marx angegebenen Gleichrichterschaltung[1] wird der Unterschied der Durchschlagspannungen in unhomogenen, unsymmetrischen elektrischen Feldern (dargestellt duch die Elektrodenanordnung Spitze—Platte) bei verschiedener Polarität der angelegten Spannungen[2] zur Gleichrichtung ausgenutzt. Wenn diese Anordnungen für sehr hohe Spannungen angewandt werden sollen, muß der „Polaritätseffekt" auch bei großen Elektrodenabständen erhalten bleiben. Die hierüber angestellten Messungen (nach einer vom Verfasser angegebenen Schaltung[3]) mit Spitzen von 30° Öffnungswinkel und 1 cm Schaftstärke sowie mit Platten von 40, 60, 80 und 120 cm Dmr. ergeben für die Durchschlagspannungen bei verschiedenem Abstand die Charakteristik Abb. 6 und 7. Je kleiner die Platte[4], desto mehr steigt bei wachsendem Abstand die „Zündspannung", desto mehr sinkt das Steigungsmaß der „Rückzündkurve". Der Vergleich der Abbildungen zeigt außerdem den Einfluß der „Schaltrichtung". Wenn die Platte an den Transformator angeschlossen ist und dadurch hohes Potential gegen Erde besitzt, ändert sich knickartig die Charakteristik der Rückzündkurve. Der Polaritätsunterschied wird bei großen Abständen verschwindend klein; er ist in voller Größe nur noch vorhanden, wenn der Abstand weniger als 1/3 des Plattendurchmessers beträgt. Dadurch werden Herstellung und Aufbau der Anlage für sehr hohe Spannungen schwierig. (Für 600 kV gegen Erde 1,2 m Abstand, also etwa 4 m Plattendurchmesser!)

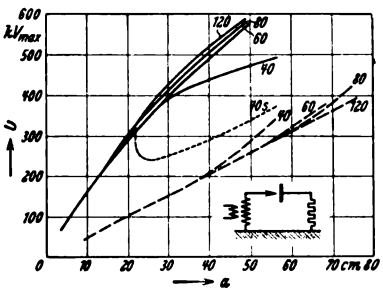


Abb. 6. Einfluß der Plattengröße bei Wechselspannung. Zünd- und Rückzündkurven für verschiedene Plattendurchmesser (Zahlen in cm). (Rückzündkurve 40 a gilt für scharfen Plattenrand.

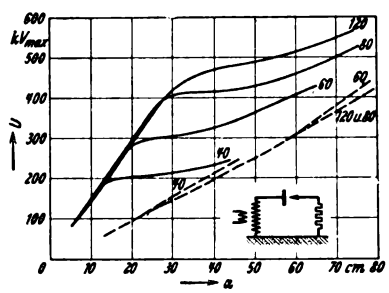


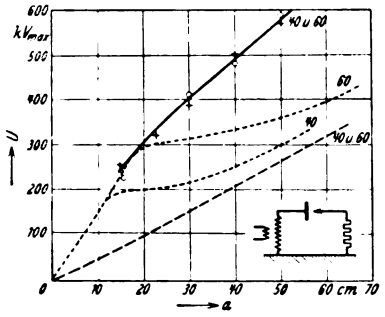
Abb. 7. Einfluß der Plattengröße bei Wechselspannung. Zünd- und Rückzündkurven für verschiedene Plattendurchmesser. (Zahlen in cm.)

[1] Erwin Marx, ETZ 1930, S. 1089.
[2] Erwin Marx, Arch. Elektrotechn. Bd. 20 (1928), S. 589. Max. Toepler, Z. techn. Physik Bd. 10 (1929), S. 113. E. Uhlmann, Arch. Elektrotechn. Bd. 23 (1929), S. 323.
[3] Erwin Marx, ETZ 1930, S. 1164.
[4] Der Öffnungswinkel und die Schaftstärke sind bei großen Abständen ohne wesentlichen Einfluß. Die Hauptsache ist, daß eine ausgeprägte Spitze vorhanden ist.

Digitized by Google

Die nähere Betrachtung der Marxschen Schaltung zeigt, daß nur für die an den Transformator angeschlossenen Funkenstrecken Beanspruchung mit Wechselspannung vorliegt. Die zweiten Funkenstrecken der Reihenschaltung, die an der Gleichspannungskapazität liegen, werden durch Stoßspannungen gezündet, während in der Sperrzeit Beanspruchung durch Gleichspannung besteht.

Die knickartige Änderung der Charakteristik in der Rückzündkurve kann auf Grund der für den Polaritätseffekt von Marx angegebenen Deutung[1] leicht erklärt werden. Am Rand der in der Sperrzeit immer positiven Platte entstehen Büschelentladungen, deren spitze Ausläufer Ausgangspunkte für einen vorzeitigen Überschlag schaffen. Der Überschlagweg führt von der Spitze oder dem Schaft zum Plattenrand, trotzdem dieser Weg bedeutend länger ist als der direkte Elektrodenabstand[2]. Die Rückzündkurve für Platten mit scharfem Rand ergibt die bisher bei Funkenstrecken nicht beobachtete Tatsache, daß bei wachsendem Elektrodenabstand die Überschlagspannung stark sinkt (vgl. Kurve *40 s* auf Abb. 1).



——— mit Schirm
------ ohne Schirm
– – – Zündung
o Platte 40 cm Dmr.
\+ Platte 60 „ „

Abb. 8. Vergleich der Rückzündkurven mit und ohne Schirm für scharfe Platten bei Wechselspannung.

Die Büschelbildung kann beseitigt werden, wenn durch Einstellen eines Isolierschirmes vor dem Plattenrand dort die zum Vorwachsen der Büschel nötige Elektronenzufuhr verhindert wird. (Zum ungehinderten Durchlaß der gewünschten Zündüberschläge erhält der Schirm in der Mitte eine Aussparung von 10 cm Dmr.) Die günstige Wirkung des Schirmes ist von der Wahl des Abstandes zur Platte abhängig. Sie tritt in voller Höhe ein, wenn der Abstand etwa $^1/_5$ des Plattendurchmessers beträgt. Den Einfluß der Randschirmung zeigt die Rückzündkurve (Abb. 8). Auch für große Abstände bleibt trotz kleiner Plattendurchmesser der Polaritätsunterschied erhalten. Dieser wird in günstigstem Maße ausgenutzt, wenn der Mindestdurchmesser der Platten 80 ··· 95 % des Elektrodenabstandes beträgt. Es bestehen demgemäß auch bei Anlagen für sehr hohe Spannungen keine Aufbau- bzw. Isolationsschwierigkeiten. (H. Buchwald, Dissertation T.H. Braunschweig 1930.) *Sb.*

Verschiedenes.

Betriebswissenschaftliche Tagung in Chemnitz. — Die Betriebswissenschaftliche Tagung der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure im Verein deutscher Ingenieure findet in diesem Jahre lt. Beschluß des Vorstandes in der Zeit vom 6. bis 9. X. in Chemnitz, gemeinsam mit den Chemiker-Koloristen des Gaues Sachsen-Thüringen, statt. Das reichhaltige Programm bietet den Fachleuten auf allen Gebieten viel Anregendes und Neues. Die erste Tagung im neuen Reiche steht ganz unter dem Zeichen des Aufbaues und des wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Fortschrittes. *of*

Energiewirtschaft.

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[3]. — Die Erzeugung der 122 Elektrizitätswerke war im Juni 1933 um 66,5 Mill kWh (6 %) geringer als im Mai, ein Unterschied, der arbeitstäglich diesmal aber nur 1 Mill kWh (2,4 %) betrug. Im Vergleich mit dem Parallelmonat von 1932 ergab sich eine Zunahme um 76,4 Mill kWh (8 %), die je Arbeitstag 4,5 Mill kWh (12 %) ausmachte. Wie das Statistische Reichsamt berichtet,

Monat	Von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer					
	insgesamt		arbeitstäglich		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch insgesamt Mill kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1933	1932	1933	1932	1933	1932	1933	1932	1933	1932
I.	1264,9	1137,8	48,6	45,5	421,1	389,5	16,2	15,6	3,39	3,29
II.	1086,2	1079,6	45,3	43,2	385,7	387,4	16,1	15,5	3,36	3,26
III.	1145,1	1058,5	42,4	42,3	408,0	385,6	15,1	15,4	3,16	3,25
IV.	1043,5	1012,7	45,4	38,9	397,0	388,8	17,3	15,0	3,63	3,14
V.	1097,6	976,8	42,2	40,7	423,5	381,4	16,3	15,9	3,42	3,33
VI.	1031,1	954,7	41,2	36,7	.	387,8	.	14,9	.	3,11

stellte sich die Erzeugung der erfaßten Werke im 1. Halbjahr 1933 auf 6,668 Mrd kWh, d. s. fast eine halbe Milliarde oder 7 % mehr als im entsprechenden Zeitraum des Vorjahres. Der Verbrauch der gewerblichen Abnehmer von 103 Werken ist im Mai gegen den April um 26,5 Mill kWh (7 %) und gegenüber dem gleichen Monat 1932 um 42,1 Mill kWh (11 %) gewachsen. Arbeitstäglich hat er um 1 Mill kWh (6 %) ab- bzw. um 0,4 Mill kWh (2,5 %) zugenommen. *fm.*

Dieselmotor und Elektromotor. — Zu dem von uns in der ETZ 1933, S. 845, veröffentlichten Aufsatz „Dieselmotor und Elektromotor" geht uns von dem Verfasser noch die Mitteilung zu, daß die in Fußnote 4 seines Aufsatzes erwähnte Zusammenstellung von Dir. Ing. G. Bitter (Berlin-Halensee, Markgraf-Albrecht-Str. 2) seit der letzten Auflage (Oktober/Dezember 1932) zufolge der eingetretenen Veränderungen der wirtschaftlichen Verhältnisse eine Neubearbeitung erfahren hat, die die jetzigen Preise und die heute geltenden Wirtschaftszahlen berücksichtigt. *of*

Die Wirtschaftlichkeit der Erzeugung elektrischer Arbeit aus der Müllverbrennung. — Die Müllverbrennung wurde bisher hauptsächlich vom technischen Standpunkt aus behandelt. In der vorliegenden Arbeit wird versucht, die zugänglichen wirtschaftlichen Ergebnisse bestehender Müllanlagen zusammenzufassen.

Durch Zahlentafeln und Schaubilder wird nachgewiesen, daß die Erfahrungszahlen von ½ kg bzw. 1 Liter täglichen Müllanfall je Einwohner nicht verallgemeinert werden dürfen. Ferner wird gezeigt, daß die Steigerung der Einwohnerzahl einer Stadt im Verlaufe mehrerer Jahre kleiner ist als die des Müllanfalls. Eine Überprüfung der monatlichen Müllgewichte und -mengen sowie des erzeugten Dampfes im Jahresverlauf ergibt sinusartig verlaufende Schwankungen, wobei im Winter der größte Anfall auftritt. Weitere Zusammenstellungen zeigen, daß der Heizwert und die Verdampfungsziffer des Mülls nach dem Kriege im allgemeinen stark zurückgegangen sind. Es wird auch nachgewiesen, daß bei der Müllverbrennung wesentlich mehr Schlacke und Flugasche als bei Kohlenkraftwerken anfällt. Dieser Umstand sowie die Schwierigkeit, daß die Verwertung des erzeugbaren Dampfes nicht nach dem vorliegenden Bedarf an Dampf und Strom erfolgen kann, sondern daß eine gegebene, im Laufe des Jahres dauernd schwankende Abfuhrmenge verarbeitet werden muß, verursacht bei der Müllverbrennung erhöhte Betriebskosten.

Der Vergleich der Baukosten von Müllverbrennungsanstalten zeigt bei den neuesten Anlagen wegen größerer Mechanisierung und Errichtung von Schlackenverwertungsanlagen höhere spezifische Werte und ergibt einwandfrei, daß die Müllanlagen wesentlich höhere Baukosten gegenüber gleich großen Kohlenkraftwerken erfordern. Bei den Betriebskosten der Müllwerke überwiegt der Gelddienst den der Kohlenkraftwerke wesentlich. Auch die Kosten für Reparaturen und Personal liegen höher als bei neuzeitlichen Großkraftwerken. Für den erzeugten Dampf oder Strom können im allgemeinen nur schlechte Preise als Abfall erzielt werden. Es ist daher als Ergebnis festzuhalten, daß die Einnahmen meist nur die laufenden Betriebskosten aus schließlich des Gelddienstes decken.

Da die Verhältnisse der Müllverbrennung keine Verallgemeinerung zulassen, wird die Wirtschaftlichkeit des Projektes einer Müllverbrennung an einem eingehend durchgerechneten Beispiel einer mittleren Großstadt

[1] Erwin Marx, ETZ 1930, S. 1161.
[2] Vgl. ETZ 1930, S. 1164, Abb. 10.
[3] Vgl. ETZ 1932, S. 974; 1933, S. 851.

Digitized by Google

überprüft, die besonders günstige Verhältnisse dadurch aufweist, daß Spitzenstrom in einer bereits vorhandenen Dampfturbinenanlage erzeugt und verhältnismäßig hoch bewertet werden kann; außerdem werden durch Verkürzung der Müllabfuhr wesentliche Ersparnisse erzielt. Als Ergebnis stellt sich heraus, daß die Grenze der Wirtschaftlichkeit in diesem Falle dann gegeben ist, wenn der Wert des erzeugten Spitzenstromes in einem bestimmten Verhältnis zu der durchschnittlichen Verdampfungsziffer des Mülls steht. (F. Seidl, Dissertation T. H. Berlin 1932.) *Sb.*

Der Stand der elektrischen Wasserkraftwerke in Frankreich 1933. — Der Minister für öffentliche Arbeiten bezifferte am 1. I. 1929 den Umfang der in elektrischen Wasserkraftwerken ausgebeuteten Kraft in Frankreich auf 917 949 kW; zu diesen Mengen kommen jetzt die in den letzten 4 Jahren verfügbar gemachten 368 835 kW hinzu, so daß sich nunmehr eine Gesamtmenge von 1 286 784 kW oder eine Erzeugung von rd. 11 ··· 12 Mrd kWh im Jahre ergibt. In der folgenden Aufstellung werden die Werke aufgeführt, die am 1. I. 1933 in Betrieb waren und deren Jahreserzeugung 100 Mill kWh erreicht oder übersteigt:

Wasserlauf	Ort des Werkes	Verfügbare Kraft in kW
Neste de Couplan	Eget Inférieure	20 400
La Durance	Ventavon	20 400
L'Isère	Beaumont-Monteux	19 560
L'Isère	Pisançon	18 000
Rhône	Chancy-Pougny	17 100
La Durance	L'Argentière	17 000
La Creuse	Eguzon	16 500
L'Isère	Viclaire	16 200
La Durance	Sainte-Tulle	15 000
La Tinée	Bancairon	14 630
Le Tarn	Le Pinet	14 400
Gave de Gavarnie	Luz	14 400
Gave de Brousset	Miegebat	14 360
Le Vicdessos	Sabart	13 600
Gaves d'Aspe et Lescun	Eygun-Lescun	13 350
La Cère	La Mativie	13 000
La Romanche	Rioupéroux	12 727
La Romanche	Saint-Guillerme	12 600
Cave de Cauterets	Soulom	12 400
Ruisseau de Gnolles	Orlu	12 000
La Truyère	Brommat	68 000
Rhein	Kembs	80 000

Im Bau befinden sich z. Z. 232 325 kW, von denen am 1. I. 1934 144 320 kW in Betrieb genommen werden sollen. (La Technique moderne Bd. 25, S. 341.) *Kp.*

AUS LETZTER ZEIT.

Das Röhrenpatent erloschen. — Am 4. IX. d. J. ist eines der wichtigsten Patente, das über zwei Jahrzehnte lang die Entwicklung eines großen technischen Gebiets beherrschte und eine Umwälzung der gesamten Fernmeldetechnik mit sich brachte, das auf Robert von Lieben ausgestellte Reichspatent Nr. 236 716 über die Verstärkerröhre, erloschen, so daß also heute jedem die Herstellung von Verstärkerröhren ohne Entrichtung von Lizenzgebühren freisteht.

Prüfstand für 3000 kV der Compagnie Générale d'Elektro-Cèramique. — Diese Gesellschaft hat in ihrem „Laboratorium Ampère" in Ivry einen Prüfstand für 3000 kV eingerichtet. Das Gebäude besteht aus Eisen und umfaßt einen einzigen Raum von 36 × 20 m bei einer Höhe von 18 m. Die Wände haben keine Fenster, um Verdunkelungseinrichtungen überflüssig zu machen. Die 3 Prüftransformatoren und der Stoßprüferzeuger, dessen Kondensatorenbatterie durch eine Hochspannungs-Gleichstrommaschine aufgeladen wird, sind in der Mitte des Raumes aufgestellt. Die Spannungsmessung geschieht durch eine Kugelfunkenstrecke. Das Laboratorium ist außerdem mit einem Kathodenstrahl-Oszillographen ausgestattet. Die Energie, die in den erzielbaren Entladungen in Mikrosekunden zur Wirkung kommt, ist von der Größenordnung von 8 Mill kW. *Rtz.*

Elektrischer Antrieb für das Bodenseeschiff „Kempten". — Den ersten Drehstrom-Schiffsantrieb in Deutschland mit dieselelektrischer Übertragung und vertikalen Voith-Schneider-Propellern hat die Reichsbahn-Gesellschaft den Siemens-Schuckertwerken für das Motorschiff „Kempten" in Auftrag gegeben. Der Vorteil dieses Antriebes ist, daß Erschütterungen und Geräuschbildung fortfallen. *C. Z.*

Schleppzugschleuse Jedwilleiten bei Tilsit. — Für die neue Schleppzugschleuse werden die maschinellen Einrichtungen von der Firma F. Schichau, Elbing, die elektrischen Einrichtungen von den Siemens-Schuckertwerken hergestellt. Die Motoren, 4 mit je 6 kW und 4 mit je 4,1 kW Leistung werden von einer Zentralstelle aus durch Druckknopfschaltung gesteuert. Sämtliche Antriebe sind so verblockt, daß sie nur in vorschriftsmäßiger Reihenfolge gesteuert und daß die Tore nur bei ausgespieltem Wasser geöffnet werden können. *C. Z.*

Lehrschau „Installationstechnik". — Die von der Fachstelle Haustechnik beim Verein deutscher Ingenieure unter Mitwirkung des Vereins von Gas- und Wasserfachmännern und anderer Organisationen geschaffene Lehrschau „Installationstechnik" wurde in Kaiserslautern, Konstanz und Nürnberg vorgeführt. Die nächsten Vorführungen der Ausstellung finden statt in Breslau vom 14. bis 30. IX., in Magdeburg vom 16. X. bis 4. XI. und in Stuttgart vom 25. XI. bis 23. XII.

Ständige Ausstellung Thüringen. — Am 23. IX. d. J. ist das Thüringenhaus in Berlin, Mohrenstraße 65, feierlich eingeweiht worden. Das Thüringenhaus ist vom Lande Thüringen erworben und eingerichtet worden als Sitz der Vertretung des Landes beim Reiche, und um der thüringischen Industrie und dem Handwerk Gelegenheit zu geben, in Ausstellungsräumen im Erdgeschoß Musterleistungen in Qualitätsarbeit zur Schau zu stellen. Da in dem genannten Lande auch mancherlei Elektrizitätsindustrie herrscht, wird man in dem Thüringenhaus fortan auch über die neuesten elektrotechnischen Industrieerzeugnisse Thüringens unterrichtet werden.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

„Wohltätigkeitsfest der Technik"

am Sonnabend, dem 4. November 1933.

Die technisch-wissenschaftlichen Vereine in Berlin veranstalten auch in diesem Jahre ein „Wohltätigkeitsfest der Technik" zugunsten der Hilfskassen für die in Not geratenen Fachgenossen und deren Angehörige. Wir bitten, sich den Tag der Veranstaltung (4. November) vorzumerken und freihalten zu wollen. Für jede Teilnehmerkarte, die durch uns für das Fest entnommen wird, erhält unsere Hilfskasse einen Anteil des Überschusses. So hoffen wir, daß auch in diesem Jahre durch einen guten Besuch der Wohltätigkeitsveranstaltung ein erheblicher Überschuß erzielt werden möge.

Besondere Einladungen werden demnächst ergehen.

Elektrotechnischer Verein e. V.

Der Generalsekretär:

Dr. Schmidt.

Digitized by Google

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachungen.

Kennzeichnung isolierter Leitungen.

Es wird darauf hingewiesen, daß isolierte Leitungen, die nicht den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L." (VDE 0250) entsprechen, mit den in den V.I.L. aufgeführten Typen- und Kurzzeichen nicht zu bezeichnen sind, z. B. dürfen Leitungen, die ihrem Aufbau nach den NGA-Leitungen entsprechen, jedoch nur einen Querschnitt von 1 mm² haben, nicht als NGA 1 mm² bezeichnet werden.

Ferner ist es unstatthaft, die in den V.I.L. festgelegten Typenbezeichnungen durch Zusätze einzelner Buchstaben, Zahlen oder dgl. zu erweitern, sofern die so bezeichneten Typen nicht den V.I.L. entsprechen.

Kommission für Rundfunkstörungen.

Die Kommission hat durch ihre Unterkommissionen „Hochfrequenzbeeinflussung" und „Entstörungsgeräte" die nachstehend als Entwürfe 1 veröffentlichten Arbeiten

VDE 0873 „Leitsätze für Maßnahmen an Leitungsanlagen zur Verminderung von Hochfrequenzstörungen in Rundfunk-Empfangsanlagen",

VDE 0874 „Leitsätze für Maßnahmen an Maschinen und Geräten zur Verminderung von Hochfrequenzstörungen in Rundfunk-Empfangsanlagen"

ausarbeiten lassen.

Einsprüche gegen diese Entwürfe sind in doppelter Ausfertigung bis zum 30. November 1933 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Kommission für Rundfunkstörungen.
Entwurf 1.

VDE 0873/....

Leitsätze für Maßnahmen an Leitungsanlagen zur Verminderung von Hochfrequenzstörungen in Rundfunk-Empfangsanlagen.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.
§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Vorbemerkung.
II. Entstörungsmaßnahmen.
§ 3. Maßnahmen an Starkstrom-Verteilungsnetzen.
§ 4. Maßnahmen an Fahrleitungen.
§ 5. Maßnahmen an Fernmeldeleitungen.
§ 6. Maßnahmen an Rundfunk-Empfangsanlagen.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Leitsätze treten am . . . . . in Kraft[1].

§ 2.

Vorbemerkung.

Entsprechend dem Stande der Technik sollen diese Leitsätze Hinweise geben, deren Befolgung zur Verminderung der Rundfunkstörungen — unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit, Betriebssicherheit und technischen Durchführbarkeit — dient.

[1] Angenommen durch . . . .

II. Entstörungsmaßnahmen.

§ 3.

Starkstrom-Verteilungsnetze.

Starkstromleitungen übertragen von elektrischen Maschinen, Geräten und Leitungen ausgehende Störungen — auch auf größere Entfernungen — in die mit ihnen gekoppelten Empfangsanlagen; auch können sie selbst Störungen erzeugen. Daher ist eine möglichst geringe Kopplung mit störenden Leitungen anzustreben.

A. Netze für Spannungen bis 250 V gegen Erde.

Störungen werden vermindert durch:

1. Sicherstellung einwandfreier Verbindungen sowohl im Leitungszuge als auch bei Abzweigen.
2. Beseitigung von Erdschlüssen, die durch Berührung mit Ästen, Stroh usw. verursacht sind.
3. Führung der Leitungen als Kabel. Besonders ist dieses für dicht bebaute Ortsteile zu empfehlen.

B. Netze für Spannungen von mehr als 250 V gegen Erde.

Störungen werden vermindert durch:

1. Sicherstellung einwandfreier Verbindungen sowohl im Leitungszuge als auch bei Abzweigen.
2. Vermeidung und Beseitigung von Spitzen an den Leitungen und ihren Befestigungsteilen.
3. Sauberhaltung der Isolatoren.
4. Auswechselung schadhafter Isolatoren.

C. Leitungen in Gebäuden.

Störungen werden vermindert durch:

1. Sicherstellung einwandfreier Verbindungen sowohl im Leitungszuge als auch bei Abzweigen.
2. Einhaltung eines großen Abstandes zwischen Installationsleitungen und der Antenne (u. U. Freilassung einer Außenwand von Installationsleitungen).
3. Führung der Leitungen als Kabel oder Verwendung von Leitungen mit Metallmänteln, vor allem wenn diese Metallmäntel durchgehend verbunden sind.

Hierbei sind Schutzmaßnahmen nach VDE 0140 „Leitsätze für Schutzmaßnahmen in Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, L. E. S. 1." unerläßlich.

§ 4.

Fahrleitungen.

Störungen entstehen in der Hauptsache durch Unterbrechungen zwischen Fahrdraht bzw. Beidraht und Stromabnehmer.

A. Bei Stromabnehmern.

a) Rollenstromabnehmer.

Störungen werden vermindert durch:

1. Verwendung von Stromabnehmern mit solchen dynamischen Eigenschaften, die eine möglichst gleichmäßige Kontaktgebung gewährleisten.
2. Wahl von Rollen aus einem Werkstoff, der zu möglichst geringer Funkenbildung neigt.
3. Wahl eines Rollenprofiles, das Bildung von Schleifflächen erschwert.
4. Gute Lagerung der Rolle.
5. Vermeidung von Stromunterbrechungen in der Rollenlagerung.

b) Bügelstromabnehmer.

Störungen werden vermindert durch:

1. Verwendung von Stromabnehmern mit solchen dynamischen Eigenschaften, die eine möglichst gleichmäßige Kontaktgebung gewährleisten.
2. Verwendung von Schleifstücken aus einem Werkstoff, der zu möglichst geringer Funkenbildung neigt.
3. Verwendung von Schleifstücken mit breiter Schleiffläche.

B. Bei Fahrleitungen und Schienenrückleitungen.

Störungen werden vermindert durch:

1. Eine Ausführung der Fahrleitung, bei der der Stromabnehmer möglichst nicht abklappt oder in Schwingungen versetzt wird, z. B. durch Vermeiden von Stößen an Aufhängepunkten und gutes Ausregeln des Fahrdrahtes.
2. Gute Gleislage, die gegen Erschütterungen des Wagens und somit gegen Bewegen und Abspringen des Stromabnehmers schützt.

Digitized by Google

3. Gute Schienenverbindungen (auch bei Behelfsgleisen), die gegen Eindringen hochfrequenter Ströme in die Erde schützen.

§ 5.

Fernmeldeleitungen.

Fernmeldeleitungen übertragen von elektrischen Maschinen, Geräten und Leitungen ausgehende Störungen — auch auf größere Entfernungen — in die mit ihnen gekoppelten Empfangsanlagen; auch können sie selbst Störungen erzeugen. Daher ist eine möglichst geringe Kopplung mit störenden Leitungen anzustreben.

Störungen werden vermindert durch:

1. Sicherstellung einwandfreier Verbindungen sowohl im Leitungszuge als auch bei Abzweigen.
2. Beseitigung von Erdschlüssen, die durch Berührung mit Ästen, Stroh usw. verursacht sind.
3. Führung der Leitungen als Kabel. Besonders ist dieses für dicht bebaute Ortsteile zu empfehlen.

§ 6.

Rundfunk-Empfangsanlagen.

A. Antennen.

a) Außenantennen (siehe auch VDE 0855 „Vorschriften für Außenantennen").

Störungen werden vermindert durch:

1. Eine Anordnung der Antenne, bei der ein möglichst großes Verhältnis zwischen Nutzspannung und Störspannung erzielt wird, also eine Anordnung in möglichst großer Höhe und genügender Entfernung vom Störnebel des Hauses.
2. Verlegung der Antenne und der Antennenzuführung möglichst weit entfernt von und nicht parallel zu störenden Leitungen sowie möglichst kurze Führung oder Abschirmung der Teile, die im Nahbereich der störenden Leitungen oder Metallteile liegen.
3. Richtempfang bei Störfeldern bestimmter Richtung, wie sie z. B. an langen Leitungszügen auftreten können.
4. Gute Isolierung der Antennenanlage.

b) Innenantennen.

Störungen werden vermindert durch:

1. Eine Anordnung der Antenne, bei der ein möglichst großes Verhältnis zwischen Nutzspannung und Störspannung erzielt wird.
2. Verlegung der Antenne und der Antennenzuführung möglichst weit entfernt von und nicht parallel zu störenden Leitungen sowie möglichst kurze Führung oder Abschirmung der Teile, die im Nahbereich der störenden Leitungen oder Metallteile liegen.
3. Richtempfang bei Störfeldern bestimmter Richtung, wie sie z. B. an langen Leitungszügen auftreten können.
4. Gute Isolierung der Antennenanlage.

c) Lichtnetzantennen.

Bei Verwendung des Lichtnetzes oder anderer Installationsleitungen als Antenne ist mit Störungen zu rechnen.

B. Erde und Gegengewicht.

Störungen werden vermindert durch:

1. Wahl der günstigsten Erdungsmöglichkeit durch Versuche.

   Wasser-, Gas- und Heizungsleitungen sind im allgemeinen brauchbare Erder oder Gegengewichte. Eine besondere Erdung kann noch günstiger sein. Für Starkstromzwecke benutzte Erdungen sind meistens ungünstig.
2. Sicherstellung einwandfreier Verbindungen.
3. Führung der Erdungsleitungen auf kürzestem Wege und nicht parallel zu störenden Leitungen.
4. Wahl eines Gegengewichtes, besonders bei starker Durchsetzung der Erde und der Erdungsleitung mit hochfrequenten Strömen.

   Die Kopplung des Gegengewichtes mit störenden Leitungen soll lose sein. Bei Antennen mit geschirmter Zuführung kann die Abschirmung als Gegengewicht benutzt werden.

C. Rundfunk-Empfänger.

Störungen werden vermindert durch:

1. Empfänger, die Hochfrequenzschwingungen in nennenswertem Maße nur über die Anschlußklemmen für Antenne und Erde aufnehmen.

   Abschirmung des Empfängers und Absperrung der Leitungen sind gebräuchliche Mittel, um das unerwünschte Eindringen hochfrequenter Ströme in den Empfänger zu verhindern.
2. Empfänger, die auch gegen das Eindringen niederfrequenter Ströme geschützt sind.

Entwurf 1.

VDE 0874/....

Leitsätze für Maßnahmen an Maschinen und Geräten zur Verminderung von Hochfrequenzstörungen in Rundfunk-Empfangsanlagen.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Vorbemerkung.

II. Allgemeines.

§ 3. Einteilung der Maschinen und Geräte.
§ 4. Arten der Entstörungsmittel.
§ 5. Anforderungen an Bau- und Installation von Entstörungsmitteln.

III. Entstörungsmaßnahmen.

§ 6. Symmetrierung von Magnetwicklungen.
§ 7. Maßnahmen an Maschinen.
§ 8. Maßnahmen an Schaltern und Schaltgeräten.
§ 9. Maßnahmen an Signal- und Fernmeldegeräten.
§ 10. Maßnahmen an Stromrichtern.
§ 11. Maßnahmen an Hochfrequenz-Heilgeräten.
§ 12. Maßnahmen an Diathermiegeräten.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Leitsätze treten am ..... in Kraft[1].

§ 2.

Vorbemerkung.

Entsprechend dem Stande der Technik sollen diese Leitsätze Hinweise geben, deren Befolgung zur Verminderung der Rundfunkstörungen — unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit, Betriebssicherheit und technischen Durchführbarkeit — dient.

Wegen der Verschiedenheit der Hochfrequenzbeeinflussung durch die einzelnen Maschinen und Geräte — auch an sich gleicher Art — kann nicht von vornherein gesagt werden, welche Schaltung in dem einen oder anderen Falle zweckmäßig verwendet wird.

Bei den zu ergreifenden Entstörungsmaßnahmen ist folgende Reihenfolge einzuhalten:

1. Die Störungsanfälligkeit der beeinflußten Empfangsanlage wird durch Entkopplung gegenüber den Einrichtungen der Starkstromtechnik auf ein erreichbares Maß herabgesetzt.
2. Die nachstehend beschriebenen Entstörungsmaßnahmen an elektrischen Maschinen und Geräten sind — fortschreitend von einfacheren zu schwierigeren Fällen — in der aus den beigegebenen Schaltungsbildern ersichtlichen Folge anzuwenden.

Über Entstörungsmaßnahmen von Großanlagen ist an Hand des Einzelfalles zu entscheiden.

II. Allgemeines.

§ 3.

Einteilung der Maschinen und Geräte.

Die Maschinen und Geräte werden in folgende Gruppen unterteilt:

Generatoren, Motoren und Umformer,
Schalter und Schaltgeräte,
Signal- und Fernmeldegeräte,
Stromrichter,
Hochfrequenz-Heilgeräte,
Diathermiegeräte.

§ 4.

Arten der Entstörungsmittel.

Als Entstörungsmittel werden hauptsächlich verwendet:

Kondensatoren,
Kondensatoren mit Widerständen,
Drosseln,
Drosseln in Verbindung mit Kondensatoren,
Abschirmung.

Die Art der Anwendung der Entstörungsmittel wird durch die elektrische Anlage bestimmt und an den nachstehenden Schaltungsbildern erläutert.

[1] Angenommen durch .....

Digitized by Google

§ 5.

Anforderungen an Bau und Installation von Entstörungsmitteln.

An Bau und Installation von Entstörungsmitteln sind allgemein folgende Bedingungen zu stellen:

Durch Verwendung der Entstörungsmittel darf weder eine Herabsetzung der elektrischen Sicherheit noch eine den Betrieb beeinträchtigende Änderung des Wirkungsgrades eintreten.

Die allgemeinen Bestimmungen aus VDE 0100 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S. 1." sind zu beachten.

Die Kondensatoren müssen außerdem VDE 0870 „Leitsätze für Kondensatoren der Rundfunk- und Entstörungstechnik L.R.K.", die Drosseln VDE 0532 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T." genügen.

III. Entstörungsmaßnahmen.

§ 6.

Symmetrierung von Magnetwicklungen.

Zur Verminderung der Störungen wird bei Störern mit Magnetwicklungen zweckmäßig eine Symmetrierung dieser Wicklungen durchgeführt. Dieses gilt hauptsächlich für Neukonstruktionen (vgl. z. B. Schaltungsbilder Nr. 1 h_1, 1 h_2, 3 und 3 a).

§ 7.

Maßnahmen an Maschinen.

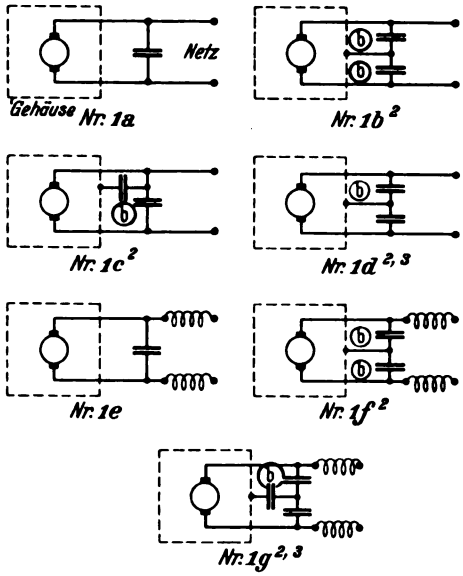
Die Schaltungsbilder Nr. 1 a ··· 1 l gelten für elektrische Maschinen mit Kommutatoren oder Schleifringen. Soweit Schleifringe lediglich zum Anlassen benutzt werden, sind Entstörungsmaßnahmen im allgemeinen nicht erforderlich. Die Entstörungsmittel können sowohl innerhalb als auch außerhalb des Gehäuses angebracht werden.

Es zeigen die Schaltungsbilder:

Nr. 1 a ··· 1 d die Beschaltung mit Kondensatoren allein,
Nr. 1 e ··· 1 g die Beschaltung mit Drosseln und Kondensatoren,
Nr. 1 h ··· 1 l Ausführungsbeispiele.

a) Beschaltung mit Kondensatoren allein.

Die Größe der Kondensatoren in den Schaltungsbildern Nr. 1 a ··· 1 d ist für betriebsmäßig geerdete oder genullte Maschinen nicht vorgeschrieben. Praktisch genügt in den meisten Fällen eine Kapazität von 0,1 µF. Bei Verwendung größerer Kapazitäten wird auf § 5 hingewiesen.



Ist das Gehäuse nicht geerdet oder genullt, so sind die mit einem Pol am Gehäuse liegenden Kondensatoren Berührungsschutz-Kondensatoren. Die entsprechenden Kondensatoren der Schaltungsbilder sind mit (b) bezeichnet. Die Kapazität der Berührungsschutz-Kondensatoren darf nur so groß sein, daß zwischen Gehäuse und Erde bei fabrikmäßigem Einbau kein größerer Strom als 0,4 mA und bei nachträglichem Einbau kein größerer Strom als 0,8 mA auftreten kann.

Wird zur ausreichenden Entstörung bei Beschaltung mit Berührungsschutz-Kondensatoren an Wechselstromnetzen die erwähnte Stromstärke überschritten, so ist das Gehäuse betriebsmäßig zu erden, zu nullen oder gegen Berührung zu isolieren.

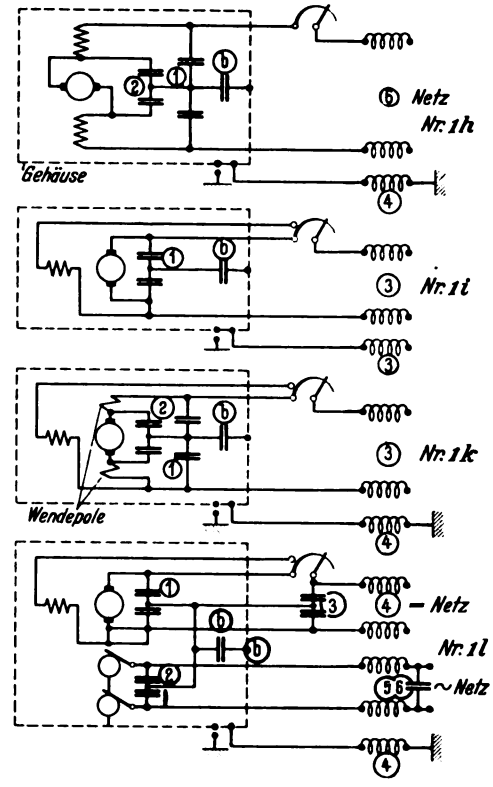
b) Beschaltung mit Drosseln und Kondensatoren.

Die Schaltungsbilder Nr. 1 e ··· 1 g erläutern die Beschaltung mit Drosseln und Kondensatoren. Die Drosseln werden in die Zuleitungen möglichst unmittelbar an der Maschine eingebaut; sie müssen den Anforderungen in § 5 genügen. Für die Kapazitäten gilt das vorstehend unter a) Gesagte.

c) Ausführungsbeispiele.

In den Schaltungsbildern Nr. 1 h ··· 1 l wird die Beschaltung folgender Maschinen gezeigt:

Nr. 1 h Hauptstrommotor,
Nr. 1 i Nebenschlußmotor,
Nr. 1 k Nebenschlußmotor mit Wendepolen,
Nr. 1 l Einankerumformer.



Der Berührungsschutz-Kondensator (b) in den Schaltungsbildern Nr. 1 h ··· 1 l wird nur bei nicht geerdeten oder nicht genullten Maschinen verwendet; bei geerdeten oder genullten Maschinen ist an seiner Stelle eine unmittelbare Verbindung mit dem Gehäuse vorzunehmen.

Bei Maschinen, deren Schaltgeräte, z. B. Anlasser, häufig betätigt werden, ist es u. U. erforderlich, diese Geräte besonders zu beschalten. Falls Schaltgeräte und Maschinen räumlich nahe beieinander liegen, kann in vielen Fällen eine gemeinsame Beschaltung mit Entstörungsmitteln erfolgen.

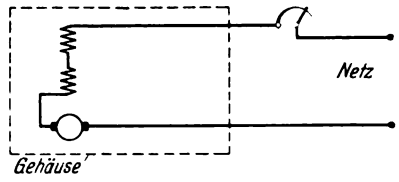
Die Beschaltung mit Entstörungsmitteln soll in der durch die Zahlen bezeichneten Reihenfolge vorgenommen werden. Je nach der beabsichtigten Störungsverminderung kann die Beschaltung nach der Zahlenfolge bis zum Ende durchgeführt oder vorher abgebrochen werden.

[1] Bei betriebsmäßiger Erdung oder Nullung des Gehäuses brauchen die mit (b) bezeichneten Kondensatoren keine Berührungsschutz-Kondensatoren zu sein.

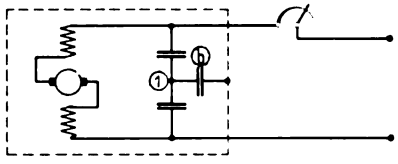
[2] Bei betriebsmäßig geerdetem oder genulltem Gehäuse tritt an Stelle der Berührungsschutz-Kondensatoren eine unmittelbare Verbindung mit dem Gehäuse.

Digitized by Google

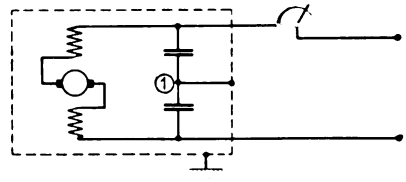
In den folgenden Schaltungsbildern Nr. $1\,h_1 \cdots 1\,h_8$ ist für einen Hauptstrommotor die stufenweise Beschaltung mit Entstörungsmitteln nach der bei Nr. 1 h angegebenen Zahlenfolge nochmal gesondert durchgeführt.



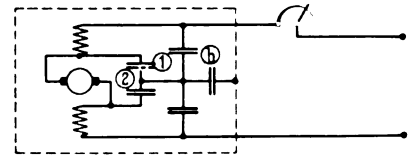
Nr. $1\,h_1$. Hauptstrommotor in der genormten Darstellungsweise ohne Entstörungsmaßnahmen.



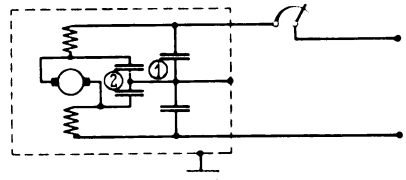
Nr. $1\,h_2$. Symmetrische Aufteilung der Feldwicklung, Zuschaltung der Kondensatoren (Folge 1) mit Berührungsschutz-Kondensator (b) bei nicht geerdetem oder nicht genulltem Gehäuse.



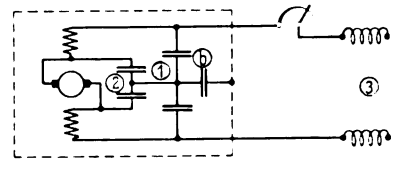
Nr. $1\,h_3$ wie Nr. $1\,h_2$, jedoch Fortfall des Berührungsschutz-Kondensators (b) bei betriebsmäßig geerdetem oder genulltem Gehäuse.



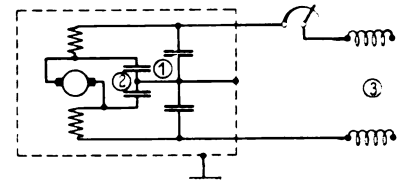
Nr. $1\,h_4$ wie Nr. $1\,h_2$, jedoch Zuschaltung der Kondensatoren (Folge 2) mit Berührungsschutz-Kondensator (b) bei nicht geerdetem oder nicht genulltem Gehäuse.



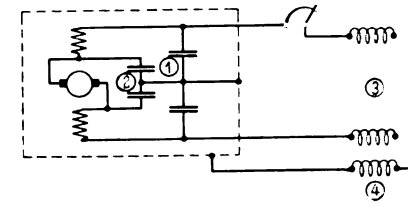
Nr. $1\,h_5$ wie Nr. $1\,h_4$, jedoch Fortfall des Berührungsschutz-Kondensators (b) bei betriebsmäßig geerdetem oder genulltem Gehäuse.



Nr. $1\,h_6$ wie Nr. $1\,h_4$, jedoch Zuschaltung von Netzdrosseln (Folge 3).



Nr. $1\,h_7$ wie $1\,h_6$, jedoch Fortfall des Berührungsschutz-Kondensators (b) bei betriebsmäßig geerdetem oder genulltem Gehäuse.

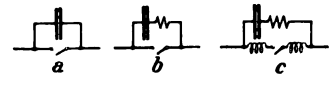


Nr. $1\,h_8$ wie Nr. $1\,h_7$, jedoch Zuschaltung einer Drossel (Folge 4) in die Schutzleitung.

§ 8.
Maßnahmen an Schaltern und Schaltgeräten.

Der störende Einfluß hängt von dem vorhandenen Kontaktwerkstoff, der Bauart der Kontaktstellen sowie der auftretenden Spannung und Stromstärke ab. Die Entstörungsmaßnahmen an Schaltern für Nennspannungen unter 1000 V sind in den Schaltungsbildern Nr. 2 a ··· 2 c gezeigt. Falls die Unterbrechung mit Lichtbogenbildung erfolgt, kann man meistens auf Entstörungsmittel verzichten, oder es genügt die einfachste Schaltung (Schaltungsbild Nr. 2 a). Tritt aber Funkenbildung auf, so sind Maßnahmen nach Schaltungsbild Nr. 2 b oder 2 c erforderlich. Die praktisch verwendeten Kapazitätswerte liegen zwischen 0,1 und 2 µF.

Im allgemeinen werden Entstörungsmaßnahmen an Schaltern nur dann erforderlich sein, wenn der Schalter in kurzen Zeitabständen betätigt wird. Daher erübrigen sich namentlich bei Installationsschaltern fast immer solche Maßnahmen.



Nr. 2a ··· c.

Nr. 2a ··· c. Die günstigsten Werte des Widerstandes, der Kapazität und der Induktivität, bei denen größte Störungsverminderung eintritt, sind durch Versuche zu ermitteln.

§ 9.
Maßnahmen an Signal- und Fernmeldegeräten.

Störungen durch Signal- und Fernmeldegeräte werden in den meisten Fällen durch häufiges Betätigen von Kontaktstellen verursacht. Infolgedessen kommen folgende Entstörungsmaßnahmen in Frage:

1. Beschaltung der störenden Kontaktstellen mit Kondensatoren und Widerständen (Funkenlöschung),
2. Beschaltung der von der Kontaktstelle oder von dem störenden Gerät ausgehenden Leitung mit Drosseln,
3. Abschirmung.

Die günstigsten Werte der Kapazitäten und Widerstände bei Funkenlösch-Kondensatoren liegen im allgemeinen zwischen 0,1 ··· 2 µF bzw. 5 ··· 500 Ω. An solchen Kontaktstellen, die schnell aufeinanderfolgende Impulse für Fernmeldezwecke zu geben haben, ist die Zeitkonstante der Funkenlöschung so zu bemessen, daß keine unzulässige Verzerrung der Zeichen entsteht.

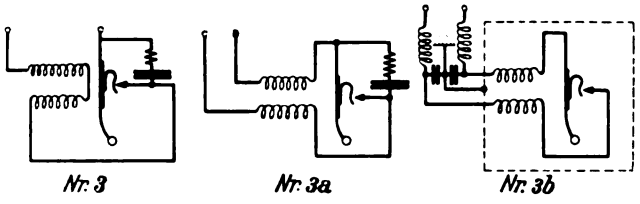
Drosseln sind in § 5 behandelt. Bei Beschaltung von Geräten mit zahlreichen Kontaktstellen werden die Drosseln im allgemeinen in die vom Gerät ausgehenden Leitungen eingebaut. In besonderen Fällen kann es vorteilhafter sein, die Entstörungsmaßnahmen unmittelbar an den störenden Kontaktstellen durchzuführen.

a) Elektrische Klingeln.

Im allgemeinen genügt die Anbringung einer Funkenlöschung (Schaltungsbild Nr. 3).

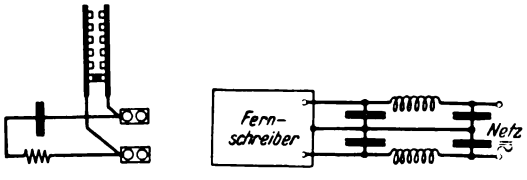
Digitized by Google

Eine weitergehende Störungsverminderung wird erreicht durch symmetrische Anordnung der Wicklungen des Unterbrecher-Magneten (Schaltungsbild Nr. 3 a). In schwierigen Fällen ist eine Beschaltung der abgehenden Leitungen mit Kondensatoren und nötigenfalls auch Drosseln vorzunehmen (Schaltungsbild Nr. 3 b).



b) Wähler- und Fernschreiber.

Störungen durch Wähler- und Fernschreiberkontaktstellen werden durch Funkenlöschung verhindert (Schaltungsbild Nr. 4). Die Größe der Kapazitäten und Widerstände ist so zu wählen, daß keine unzulässig große Impulsverzerrung eintritt.



Nr. 4. Nr. 5.

Die in Fernschreibern zuweilen vorhandenen Fliehkraftregler können durch eine Funkenlöschung entstört werden.

Der Antriebsmotor ist nach § 7 zu entstören. Die Wirkung der Entstörungsmaßnahmen kann durch ein Hochfrequenzfilter, das unmittelbar am Fernschreiber angebracht ist, erhöht werden (Schaltungsbild Nr. 5).

In schwierigen Störungsfällen kann durch Abschirmung der Zuleitung zum Wähler- bzw. zum Fliehkraftregler eines Fernschreibers weitere Abhilfe geschaffen werden. Die Abschirmung ist in einem Falle mit dem Bleimantel des Fernsprechkabels, im anderen Falle mit dem Gehäuse des Fernschreibers zu verbinden.

c) Rundfunk-Empfangsanlagen.

Rundfunk-Empfangsanlagen können durch folgende Ursachen zur Quelle von Störungen werden:

1. Schlechte Verbindungsstellen im Empfänger,
2. Schlechte Verbindungsstellen bzw. Berührungen der Antennen durch Fremdkörper,
3. Hochfrequenzstörungen durch Gleichrichter des Netzanschlußteiles,
4. Rückkopplungsstörungen und Energieänderung,
5. Störungen durch Netzfrequenzmodulation der aufzunehmenden Trägerfrequenz im Netzanschlußteil.

Schlechte Verbindungsstellen in Empfängern und Verstärkern sind zu beseitigen, da sie auch benachbarte Empfangsanlagen stören können.

Da Antennen bei Berührungen aller Art, besonders aber mit statisch aufgeladenen Leitergebilden, zu weitreichenden Störungsquellen werden, sind die Antennen besonders sorgfältig zu verlegen.

Störungen durch Gleichrichter im Netzanschlußteil von Wechselstromempfängern sind in § 10 c) behandelt.

Störungen durch zu stark rückgekoppelte Geräte werden besonders verursacht durch solche Empfänger, die die Rückkopplung in der Eingangstufe enthalten. Diese Störungen sind unter allen Umständen durch sachgemäße Bedienung zu vermeiden. Eine zu weitgehende Entdämpfung der Antenne durch Rückkopplung — auch wenn diese noch nicht zur Selbsterregung führt — kann in benachbarten Empfangsanlagen eine Energieänderung hervorrufen, die sich in Schwankungen der Empfangslautstärke und Verzerrungen auswirkt. Diese Störungen sind durch Entkopplung der Empfangsanlagen und Vorsicht bei der Anwendung der Rückkopplung zu vermeiden.

Störungen durch Netzfrequenzmodulation treten gelegentlich dadurch auf, daß die über die Netzleitungen dem Empfänger zugeführte Hochfrequenzleistung im Netzanschlußteil des Empfängers mit Netzfrequenz moduliert wird. Diese Störungen werden durch Hochfrequenzfilter zwischen Netz und Empfänger vermindert.

§ 10.
Maßnahmen an Stromrichtern.

A. Mechanische Stromrichter.

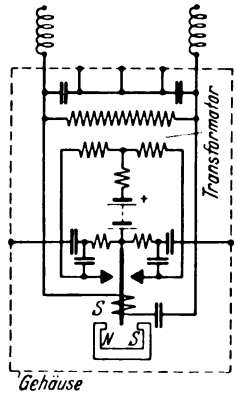
Umfang und Art der Entstörungsmaßnahmen sind außer von den örtlichen Umständen von der Höhe der Spannung abhängig. Folgende Entstörungsmaßnahmen werden angewendet auf:

1. die Kontaktstellen der mechanischen Stromrichter,
2. die Antriebsmaschinen, soweit solche vorhanden sind.

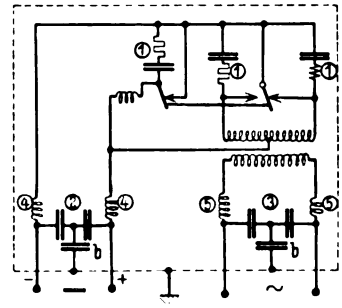
In besonders schwierigen Fällen sind Abschirmmaßnahmen anzuwenden.

a) Pendelgleichrichter.

Infolge der niedrigen Spannung genügt in den meisten Fällen die Entstörung der Pendelkontaktstellen mit einer Funkenlöschung nach Schaltungsbild Nr. 2 b. Die vollständige Beschaltung eines Pendelgleichrichters zeigt Schaltungsbild Nr. 6. Die hier dargestellten Drosseln in den abgehenden Leitungen und die Kondensatoren zwischen den Drosseln und dem Gehäuse sind nicht immer erforderlich.



Nr. 6.



Nr. 7[4].

b) Polwechsler.

Die Kontaktstellen werden mit Funkenlöschung versehen. Nötigenfalls sind in die abgehenden Leitungen Drosseln einzubauen. Vor der Drossel ist eine Hochfrequenz-Kurzschlußverbindung durch Kondensatoren durchzuführen (Schaltungsbild Nr. 7).

c) Umlaufende Gleichrichter für Röntgenanlagen, Entstaubungsanlagen u. dgl.

Die von den Kontaktstellen des umlaufenden Gleichrichters ausgehenden Leitungen werden mit kapazitätsarmen Widerständen, deren Werte in der Größenordnung von 1000 ··· 10 000 liegen, oder kapazitätsarmen Drosseln möglichst hoher Induktivität beschaltet (Schaltungsbild Nr. 8).

Das Eindringen der Störungen in die Netzleitungen ist durch Beschaltung der Primärseite des speisenden Wechselstromtransformators mit einem Hochfrequenzfilter — bestehend aus Drosseln und Doppelkondensatoren, deren Mittelabgriff mit dem Transformatorgehäuse zu verbinden ist, — zu vermindern (Schaltungsbild N. 8).

Wenn Störungen über den Heiztransformator einer Röntgenröhre oder dgl. in die Netzleitungen eindringen, so sind die gleichen Entstörungsmaßnahmen auf der Primärseite des Heiztransformators zu treffen.

In besonders schwierigen Fällen ist bei Röntgenanlagen eine weitergehende Störungsverminderung durch Unterbringung von Transformator, Gleichrichter und erforderlichenfalls der Röntgenröhre in einem Faraday-Käfig zu erreichen. Sämtliche aus dem Käfig austretenden Leitungen sind nach Schaltungsbild Nr. 9 an der Aus-

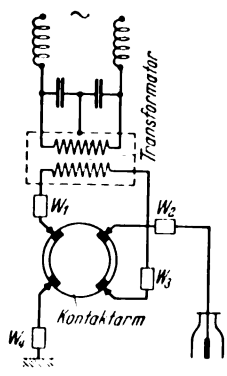
[4] Siehe Fußnote 2.

Digitized by Google

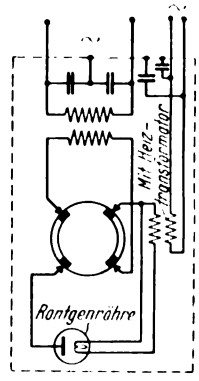
trittstelle aus dem Faraday-Käfig durch Kapazitäten für Hochfrequenzschwingungen kurzzuschließen. Bei sehr starken Störungen sind die aus dem Käfig heraustretenden Zuleitungen zur Röntgenröhre durch eine Drahtreuse oder dgl., die mit dem Käfig verbunden ist, zu schützen.

Sind bei Entstaubungsanlagen Gleichrichter und Niederschlagskammer voneinander entfernt angeordnet, so ist eine weitere Störungsverminderung durch Abschirmen der Verbindungsleitungen, z. B. durch geerdete Paralleldrähte, zu erreichen.

Antriebsmotoren sind in § 7 behandelt.



Nr. 8.



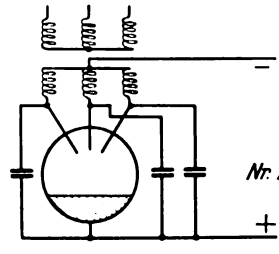
Nr. 9

B. Quecksilberdampf-Stromrichter.

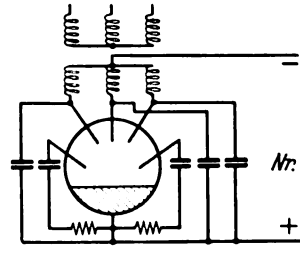
Bei Quecksilberdampf-Gleichrichtern großer Leistung sind Entstörungsmaßnahmen meistens entbehrlich.

Quecksilberdampf-Stromrichter kleiner Leistung sind im Bedarfsfalle nach den Schaltungsbildern Nr. 10 a ··· 10 c zu beschalten. Die günstigsten Werte der Kapazitäten und Widerstände für die Erreger- bzw. Zündanoden sind durch Versuche zu ermitteln.

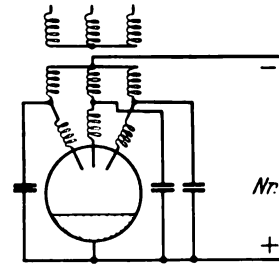
Drosseln sind in § 5 behandelt.



Nr. 10a



Nr. 10b



Nr. 10c

C. Sonstige Gas-Stromrichter.

Als Entstörungsmittel werden angewendet:

1. Kondensatoren zwischen Anoden und Kathode,
2. Beschaltung der vom Stromrichter ausgehenden Leitungen mit Hochfrequenzfiltern.

Die Arten der Beschaltung sind sinngemäß aus den Schaltungsbildern Nr. 10 a und 10 b zu entnehmen. Der günstigste Wert der Kapazität für die Anoden ist durch Versuche zu ermitteln.

Das Eindringen der Störungen in die Leitungen wird vermindert durch kapazitive Kurzschlußverbindung zu dem Stromrichtergehäuse oder Einfügen von Hochfrequenzfiltern — bestehend aus Doppelkondensatoren und Drosseln bzw. Widerständen — in die Leitung.

§ 11.

Maßnahmen an Hochfrequenz-Heilgeräten.

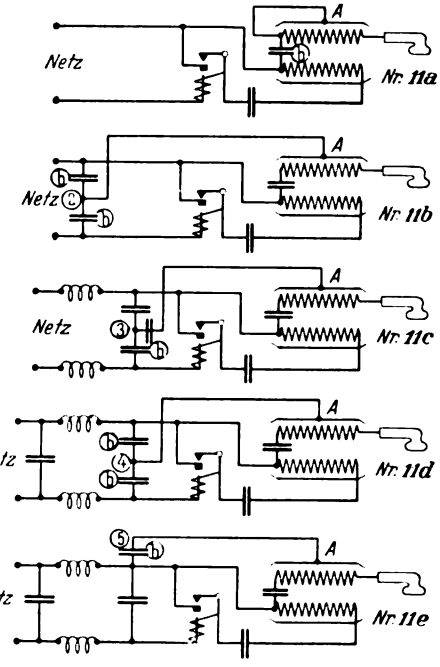
a) Maßnahmen im Behandlungskreis.

Der offene Behandlungskreis wird geschlossen durch Herausführen des zweiten Poles des Tesla-Transformators — u. U. über einen Kondensator — an den zu Behandelnden. Dieses wird durch eine den Handgriff umgebende Metallelektrode bzw. bei Fremdbehandlung durch eine zweite Hilfselektrode erreicht.

Die Schaltungsbilder Nr. 11 a ··· 11 e zeigen verschiedene Arten der Verbindung der Hilfselektrode mit dem Tesla-Transformator bzw. dem Hochfrequenz-Heilgerät. Die in den Schaltungsbildern mit (b) bezeichneten Kondensatoren müssen Berührungsschutz-Kondensatoren sein.

b) Verminderung des Eindringens von Störungen in die Leitungen.

Um das Eindringen von Störungen in das speisende Netz zu vermindern, kann eine Beschaltung mit Kondensatoren nach Schaltungsbild Nr. 11 b bzw. mit Kondensatoren und Drosseln nach den Schaltungsbildern Nr. 11 c ··· 11 e erfolgen. Kondensatoren und Drosseln müssen den allgemeinen Bedingungen in § 5 genügen.



§ 12.

Maßnahmen an Diathermiegeräten.

a) Verminderung des Eindringens von Störungen in die Netzleitungen.

Um das Eindringen von Störungen in die Netzleitungen zu vermindern, können Drosseln und Kondensatoren (Drosselglieder) nach den Schaltungsbildern Nr. 12 a ··· 12 d verwendet werden. Das Drosselglied soll möglichst nahe am Diathermiegerät liegen. In schwierigen Fällen sind mehrgliedrige Drosselketten anzuwenden (Schaltungsbilder Nr. 12 b ··· 12 d). Bei stark strahlenden Geräten darf das Drosselglied nicht so nahe herangebracht werden, daß durch Kopplung des strahlenden Gerätes mit den Netzleitungen die Drossel überbrückt wird. Eine Erdung bringt im allgemeinen für die Störungsbeseitigung keinen Nutzen. Die Behandlungskabel B sollen von dem Anschlußkabel A und der Drosselkette DK möglichst weit entfernt sein.

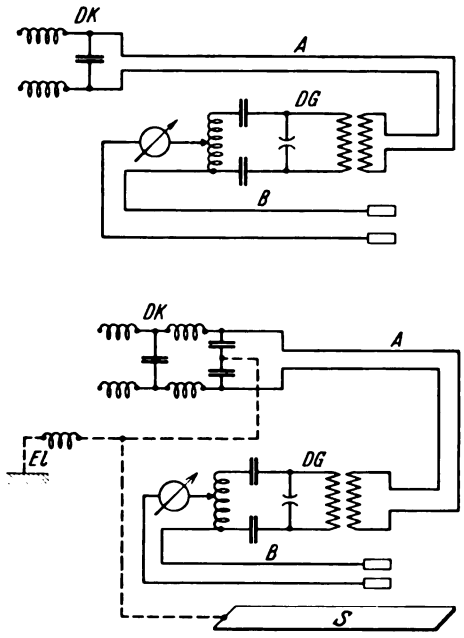
b) Verminderung der Ausstrahlung durch Abschirmung.

Nötigenfalls sind Abschirmungen vorzunehmen, die das Abstrahlen der Hochfrequenzenergie vermindern. Die Schaltungsbilder zeigen demgemäß in Schaltungsbild Nr. 12 b geringe, in Schaltungsbild Nr. 12 c weitergehende und in Schaltungsbild Nr. 12 d völlige Abschirmung.

Zu Schaltungsbild Nr. 12 b. Für die Drosselkette gilt das vorstehend unter a) Gesagte. Um Strahlung auf die Drosselkette DK und das Anschlußkabel A zu verhindern, ist ein metallener Schirm S oder eine Gegengewichtsplatte über einen Berührungsschutz-Kondensator an den Symmetriepunkt der Kette anzuschließen. Der zu

Digitized by Google

Behandelnde muß gegenüber der Metallabschirmung gut isoliert sein. Genügt die so erreichte Entstörungswirkung nicht, dann kann der Symmetriepunkt unter Zwischenschaltung einer Drossel geerdet werden.



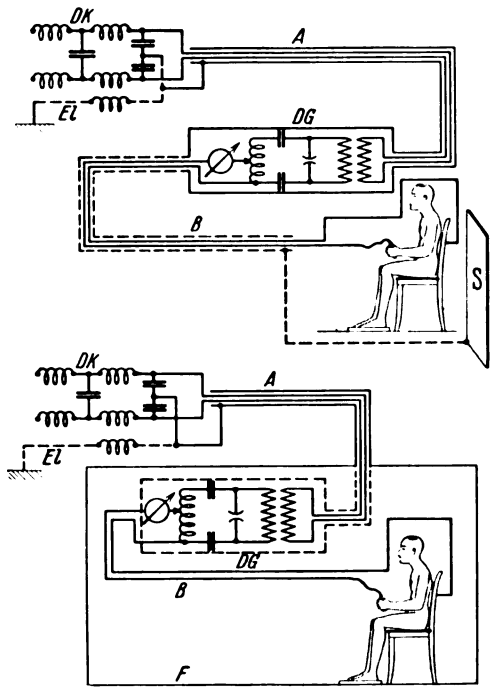
Nr. 12a ··· b.

Zu Schaltungsbild Nr. 12c. Anschlußkabel A, Diathermiegerät DG und Behandlungskabel B sind abgeschirmt. Die Abschirmung ist mit dem Symmetriepunkt zu verbinden und — u. U. über eine Drossel — zu erden. Die Abschirmung soll nicht bis zur Behandlungselektrode reichen, damit der zu Behandelnde nicht in galvanische oder kapazitive Verbindung mit dem Abschirmmaterial kommen kann.

Durch einen oder mehrere Metallschirme S kann eine Strahlung auf benachbarte fremde Metallgegenstände, die Störungen fortleiten können, unterbunden werden.

Für die Isolierung des zu Behandelnden gilt das zu Schaltungsbild Nr. 12b Gesagte.

Zu Schaltungsbild Nr. 12d. Das ganze Gerät und der zu Behandelnde sind von einer gemeinsamen



Nr. 12c ··· d.

Metallabschirmung, einem Faraday-Käfig F, umgeben. Über die Erdung gilt das zu Schaltungsbild Nr. 12b Gesagte. Wenn das Diathermiegerät ein Metallgehäuse hat, so ist dieses mit der allgemeinen Abschirmung zu verbinden.

Für die Isolierung des zu Behandelnden gilt das zu Schaltungsbild Nr. 12b Gesagte.

SITZUNGSKALENDER.

Dresdner Elektrotechnischer Verein. — 28. IX. 1933, abds. 7¾ h, Gr. Hörsaal d. Elektrot. Inst. d. T.H.: Vortrag Dr.-Ing. Nowag, Mannheim, „Praktische Anwendung der gittergesteuerten Gleichrichter".

LITERATUR.

Besprechungen.

Selbstkostenberechnung elektrischer Arbeit, ihr Aufbau und ihre Durchführung. Von Dr.-Ing. H. Rückwardt. Mit 37 Abb. u. 148 S. in gr. 8°. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1933. Preis geh. 9,50 RM.

Dem Selbstkostenproblem hat man im deutschen Schrifttum bisher wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Man begnügte sich mit einer erfahrungsgemäßen Ermittlung der Verkaufspreise unter Anlehnung an die Preise der im Wettbewerb stehenden Energiewerke. Bei der heutigen überragenden Bedeutung der Elektrowirtschaft für alle Schichten der Bevölkerung reicht diese Behandlungsart nicht mehr aus. Der Verfasser hat sich ein Verdienst damit erworben, an Hand eines Beispieles eine klare Übersicht über den Aufbau und die Durchführung einer planmäßigen Selbstkostenberechnung entworfen zu haben; zugleich gibt er genaue Angaben über eine Buchführung, durch welche die Unterlagen für die Selbstkosten-Untersuchungen in einer Form anfallen, die eine einwandfreie und sichere Durchführung solcher Rechnungen ermöglicht.

Als dieses Beispiel ist der Betrieb der BEWAG gewählt, also eines Unternehmens, das für eine Berechnung der Selbstkosten besonders schwierige Verhältnisse darbietet; denn neben der Eigenerzeugung in mehreren Kraftwerken neuester und ältester Ausführung bezieht die BEWAG einen großen Teil des Strombedarfes von anderen Großwerken. Sie besitzt ausgedehnte Verteilungsnetze verschiedener Spannung und zahlreiche große Umspann-Umformungs- und Akkumulatoren-Anlagen und ihre Abnehmerschaft setzt sich aus allen Berufsschichten zusammen.

Vor allem durch eine große Anzahl geistreich entworfener und übersichtlich ausgeführter Diagramme und Zeichnungen ist es dem Verfasser gelungen, diesen verwickelten Verhältnissen völlig gerecht zu werden, so daß die Leiter von Werken mit anders gelagerten Betriebsbedingungen dem Buche alles für sie Wissenswerte werden entnehmen können. B. Thierbach.

Les Effets électriques de la Lumière et leurs Applications Modernes. Von Ing. P. Hémardinquer. Mit 44 Abb. i. Text u. 104 S. in 8°. Verlag J. B. Baillière et Fils, Paris 1932. Preis geh. 15 Fr.

Nach einer allgemeinen Einleitung über das Licht gibt die kleine Schrift einen guten Überblick über die Entwicklung, die Art und die Eigenschaften der lichtelektrischen Zellen, von den in eine Flüssigkeit getauchten und belichteten Silberelektroden an bis zur modernen Sperrschichtzelle. Hierbei wird auch der Bau der Zellen und die Zusammenschaltung derselben mit Verstärkerröhren behandelt. Weiter werden die Anwendungsmöglichkeiten der lichtelektrischen Zellen in der Lichtmessung, dem Tonfilm, zur Fernlenkung von Fahrzeugen, zur unsichtbaren Signalisierung, zum Fernsehen, zum Schutz gegen Diebstahl usw. eingehend erläutert und diese teilweise recht verwickelten Vorgänge an zahlreichen schematischen Zeichnungen und Schaltskizzen all-

Digitized by Google

gemein verständlich gemacht. Eine gute Zusammenstellung, doch bringt das Buch kaum etwas, was man in deutschen Büchern nicht auch fände. W. Voege.

Müller-Pouillets Lehrbuch der Physik. 11. Aufl. Herausg. v. A. Eucken, O. Lummer † u. E. Waetzmann. Bd. 4, Teil 2: Technische Anwendungen der Elektrizitätslehre (Elektr. Maschinen, Kraftübertragung, Telegraphie). Bearb. von H. Decker u. E. Flegler, herausg. v. S. Valentiner. Mit 441 Fig. i. Text, XVI u. 462 S. in gr. 8°. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn AG., Braunschweig 1932. Preis geh. 30 RM, geb. 33 RM.

Wie alle Bände des bekannten Lehrbuchs der Physik von Müller-Pouillet so hat auch der 4. Band eine bedeutende Erweiterung erfahren. Er umfaßt in der Neuauflage 4 Teile, von denen der vorliegende 2. Teil die technische Anwendung der Elektrizitätslehre enthält. Die Bearbeitung des ersten kürzeren Abschnittes über elektrische Maschinen und Kraftübertragung hat E. Flegler übernommen. An Hand der physikalischen Grundgesetze wird zunächst die Wirkungsweise der verschiedenen elektrischen Maschinen erklärt, sodann ihr grundsätzlicher Aufbau, ihre Schaltung, Reglung und Eigenart (Kennlinien) behandelt, soweit es für den Physiker von Interesse ist. Der Gleichrichter kommt in Anbetracht seiner wachsenden Bedeutung und Verwendung zu kurz weg, denn der Verfasser begnügt sich damit, auf die Fortschritte der letzten Jahre und auf die vielseitige Verwendungsmöglichkeit des gittergesteuerten Gleichrichters lediglich kurz hinzuweisen. Eine gedrängte Übersicht aller wichtigen Probleme der elektrischen Kraftübertragung bildet den Abschluß der Starkstromtechnik.

Der zweite Abschnitt des Buches „Schnell veränderliches elektromagnetisches Feld" enthält das theoretische Rüstzeug der Hochfrequenztechnik, u. zw. hat H. G. Möller die Radiotechnik, H. Decker die Telegraphie und Telephonie auf Leitungen bearbeitet. Die ältere drahtlose Telegraphie mit Löschfunkenstrecke, Hochfrequenzmaschine und Lichtbogengenerator wird nur ihrer geschichtlichen Bedeutung wegen eingangs erwähnt. Den Kern des Abschnitts bildet das Kapitel über die Elektronenröhren. Mit meisterhaftem Geschick veranschaulicht hierin Möller die verwickelten physikalischen Vorgänge in der Röhre selbst und in ihren verschiedenen Schaltungen als Verstärker, Generator und Audion. Weiter behandelt der Verfasser noch die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen und beschließt seinen Beitrag mit einem Kapitel über die Hochfrequenzmeßtechnik.

Im letzten Kapitel des Buches befaßt sich Decker mit den nicht minder verwickelten Vorgängen auf Fernmeldeleitungen. Ausgehend von der sogenannten Telegraphengleichung und der Theorie der Kettenleiter behandelt der Verfasser die wichtigsten Probleme der heutigen Fernmeldetechnik, wie Dämpfungsverminderung, Echounterdrückung, Phasenentzerrung und Verminderung des Nebensprechens.

Das vorliegende Buch dient in erster Linie dem angehenden Physiker und Fernmeldetechniker, denen es die nötigsten Kenntnisse der Starkstromtechnik und ausgezeichnete theoretische Grundlagen der Schwachstromtechnik vermittelt. Es setzt gute mathematische Kenntnisse voraus. Druck und Ausstattung werden allen Ansprüchen gerecht. M. Zorn.

pW-Tafel, Tabellen und Diagramme zur thermischen Berechnung der Verbrennungskraftmaschinen. Von Dr.-Ing. O. Lutz. Mit 20 Textabb., 3 Taf. u. VI, 68 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 8,50 RM.

Eine ungewöhnlich mühevolle, wissenschaftlich exakte Arbeit zur genauen thermischen Berechnung der Brennkraftmaschinen. Der 1. Abschnitt behandelt die thermodynamischen Grundlagen, also die wärmetechnischen Grundgleichungen, die mit der Temperatur veränderliche spezifische Wärme bei konstantem Volumen, die Dissoziation und die Änderung des Molekulargewichtes durch den Verbrennungsvorgang. Der 2. Abschnitt bespricht die zur Berechnung notwendigen Größen wie Temperaturbeiwerte, Molekulargewicht, Luftbedarf und Heizwert, Erklärung der beigefügten Fluchtlinientafeln für Verdichtungsendtemperaturen. Der 3. Abschnitt bringt die Anwendung der Fluchtlinientafeln und der letzte (vierte) Abschnitt zeigt an durchgerechneten Beispielen Vor- und Nachberechnung des Arbeitsprozesses von Brennkraftmaschinen. Dem theoretisch gut geschulten Brennkraftmaschinen-Fachmann wird dieses schmale, inhaltreiche Werk eine wertvolle Hilfe sein. A. E. Thiemann.

Ruhrkohlen-Handbuch. Ein Hilfsbuch für den Betrieb v. Industriefeuerungen mit Ruhrbrennstoffen. 2. Ausg. 1932. Herausg. v. Rheinisch-Westfälischen Kohlen-Syndikat, Essen. Mit Abb., Zahlentaf. u. 218 S. in 8°. Kommissions-Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. 3 RM.

Das Buch gibt, überwiegend in Tabellenform, eine Zusammenstellung der wichtigsten Eigenschaften von Kohlen, Koks und Briketts des Rheinisch-Westfälischen Steinkohlenreviers, soweit sie für die Besitzer oder Betreuer von Industriefeuerungen von Interesse sind, und Regeln für die Verwendung dieser Brennstoffe; Sammelheizungen für Wohnungen sind nicht berücksichtigt. Eine ausführliche Zusammenstellung über das Schrifttum der Brennstoffchemie, Wärmewirtschaft und Betriebswirtschaft ist beigefügt. Die Verbraucher von Ruhr-Brennstoffen werden das Buch als ein ausführliches und bequemes Nachschlagewerk willkommen heißen. Die einseitige Beschränkung auf die Ruhr-Brennstoffe ist durch die Herausgabe als Werbeschrift des Rheinisch-Westfälischen Kohlensyndikats bedingt. Ob aber die Werbewirkung nicht doch eine tiefergehende wäre, wenn auch die übrigen deutschen Brennstoffe in gleicher Weise behandelt würden, ist eine vielleicht doch zu bejahende Frage; denn für eine gute Ware kommt es nicht darauf an, sie als die allein in Betracht kommende darzustellen, sondern diejenigen Abnehmerkreise für die Dauer zu gewinnen, welche ihr nach sachgemäßer Aufklärung den Vorzug vor den Konkurrenzwaren geben. B. Thierbach.

Technisches Wörterbuch. 2. Aufl. Bd. 7. Die wichtigsten Ausdrücke d. Elektro- u. Radiotechnik. 3. Teil: Deutsch-Französisch. Von E. Krebs. Mit 187 S. in kl. 8°. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin 1932. Preis geb. 1,80 RM abzügl. 10 %.

Das vorliegende Wörterbuch stellt sich die Aufgabe, auf 187 Kleinoktav-Seiten die wichtigsten Ausdrücke der Elektro- und Radiotechnik ins Französische zu übertragen. Wie schwierig diese Aufgabe ist, wird derjenige ermessen können, der von häufiger gebrauchten Wörtern, z. B. altern (von Blechen), ansprechen, auslaufen, auswuchten, durchgehen (von Maschinen), nacheilen, verkettet, verseilen, Kreisdiagramm, Leuchte, Resistanz, Stromverdrängung, Übertemperatur, die Übersetzung vergebens sucht. Besonders in den Ausdrücken der Leitungstechnik findet man Lücken, und auch die Apparate- und Installationstechnik hätten etwas reichlicher bedacht werden können. Der Maschinentechniker vermißt die Übersetzung von Sehnenwicklung, Wellenwicklung, Zickzackschaltung. Da anstatt des deutschen Wortes „Läufer" das Fremdwort „Rotor" gewählt ist, überrascht es, daß „Stator" fehlt; man findet wohl das deutsche Wort „Ständer", aber hierfür Übersetzungen, welche nicht den Sinn des Wortes „Stator" wiedergeben. Unter „feuern" fehlt für die bekannte Erscheinung am Kommutator das französische Wort „cracher". Blitzschutz ist nur in einem Sinne übersetzt mit „parafoudre"; der abstrakte Begriff wurde nicht berücksichtigt.

Was die allgemeine Anordnung betrifft, so ist darauf hinzuweisen, daß die alphabetische Reihenfolge nicht immer eingehalten wurde, z. B. an der Stelle Stromkomponente — Strömen — Stromkreis. Auch wäre die Übersicht zweifellos verbessert worden, wenn man die Zeitworte klein geschrieben hätte. Im übrigen muß anerkannt werden, daß auf dem kleinen Raum eine erstaunliche Stofffülle untergebracht worden ist, wobei besonders der Rundfunktechniker auf seine Kosten kommt. W. Kraska.

Eingegangene Doktordissertationen.

Max Leumann, Kaskadenschaltungen von Drehstrom-Asynchronmaschinen mit Kommutatormaschinen zur Phasenkompensation mit und ohne gleichzeitige Drehzahlregelung nach den deutschen Patentschriften mit einem Verzeichnis der deutschen Patente. T. H. Zürich 1933.

Wilhelm Lockemann, Über Wirbelströme und magnetische Nachwirkung in Eisenblechen. T. H. Stuttgart 1932.

Abschluß des Heftes: 22. September 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

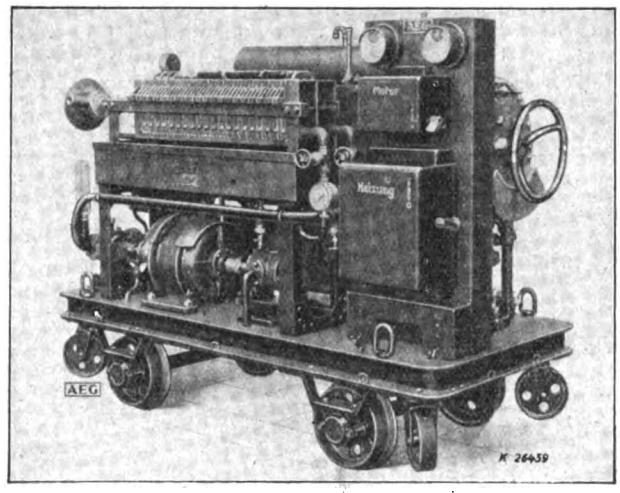
Elektrisch beheizte Oelreinigungs- und Trockenanlage.

Mitteilung der AEG.

Die in der Elektrotechnik gebrauchten Oele, z. B. Transformatoren- und Schalteröle, können ihren Zweck während einer längeren Betriebszeit nur dann erfüllen, wenn sie sich nicht ändern bzw. wenn ihnen nach erfolgter Änderung durch irgendeine Behandlung die durch VDE-Vorschriften festgelegten Anfangseigenschaften weitestgehend wiedergegeben werden können. Schalteröle z. B. werden durch jeden Abschaltvorgang unter Last teils vergast, teils verbrannt. Bei schweren Kurzschlüssen treten gewaltige Beanspruchungen auf. Die Oele können unter Umständen mit einem Male vollkommen verrußt und mit Metalldämpfen durchsetzt sein. Der dauernde Kontakt mit der sauerstoffhaltigen, gegebenenfalls auch feuchten Außenluft setzt die Durchschlagfestigkeit des Oeles herunter, so daß der Oelinhalt nach mehr oder minder langer Arbeitzeit gründlich überholt werden muß.

Beim Transformator verhält es sich ähnlich. Hier treten Oelkohle- und Rußbildung gegenüber der Sauerstoff- und Wasseraufnahme zurück. Auf die übrigen Ursachen der z. T. noch ungeklärten Schlammbildung infolge katalytischer Einwirkung des Wickel- und Isoliermaterials soll hier nicht näher eingegangen werden. Die dauernde Atmung des bald kalten, bald warmen Apparates macht sich unangenehm bemerkbar. Es ist daher unbedingt notwendig, auf solche Art veraltetes, verändertes Oel bestmöglich zu überholen, um auf diesem Wege die Betriebsicherheit der Anlage voll und ganz zu erhalten.

Zu diesem Zweck bedient man sich der verschiedensten Verfahren. Neben der Filterpresse wurde die Oelschleuder in vielseitiger Form empfohlen. Vor nicht allzu langer Zeit erwärmte man das Oel zur Entfeuchtung auf 100°, ja sogar auf 120° und hing dazu glühende Widerstände in das Oel hinein mit dem Ergebnis, zwar trockenes, jedoch in chemischer Beziehung vollständig krankes Oel von geringer Lebensdauer zu erhalten. Auch sind zahlreiche Fälle von Oelbränden mit großen Schäden bekanntgeworden, die auf die Verwendung ungeeigneter Aufbereitungsverfahren zurückgeführt werden konnten.



Oelreinigungs- und Trockenanlage für Bergwerksbetriebe.

Die der AEG durch DRP geschützte Anlage paßt sich allen betrieblichen Anforderungen an. Sie wird sowohl ortsfest als auch fahrbar in verschiedenen Größen gebaut.

Die Anlage ist in erster Reihe dazu bestimmt, Transformatoren mit Wicklung und Oel zu trocknen. Wenn man auch heute dazu übergegangen ist, die Trocknung von Kern und Wicklung einerseits und des Oeles anderseits für sich getrennt durchzuführen, so bleibt bei Transformatoren mit nicht vakuumfesten Kästen doch noch die sehr wichtige Arbeit der Entgasung der Wicklungen übrig. Die Anlage gestattet, zum Austreiben von Gasblasen aus Wicklungen und Isolationsteilen gleichzeitig Vakuum und Wärme auf die im Dielektrikum eingeschlossenen Gasblasen einwirken zu lassen. Die dabei angewendete Oeltemperatur ist wesentlich tiefer als diejenige, bei der man die Trocknung von Kern und Wicklung durch das Oel hindurch vornimmt. In allen Fällen, in denen man diese Behandlungsart gewählt hat, verbürgt die Anlage die bestmögliche Schonung der Oele. Mit Rücksicht auf die außerordentliche Temperaturempfindlichkeit des Oeles wird von seiner direkten Erwärmung Abstand genommen und seine unmittelbare Berührung mit dem elektrischen Heizkörper vermieden. Dieser erwärmt ein Zwischenmedium, und eine hierin eingebettete Rohrschlange überträgt die Wärme auf das im Kreislauf durchgeführte zu behandelnde Oel.

Durch dieses Verfahren ist also jede partielle Ueberhitzung vollkommen unmöglich. Um eine restlose Entfeuchtung sicherzustellen, durchströmt das erwärmte Oel im Kreislauf einen besonderen Hochvakuumkessel. Das Einströmen des Oeles in diesen Kessel kann durch Sprühdüse erfolgen, nach einem besonderen Verfahren, das von der AEG seit Jahren bei der Kaltbehandlung des Oeles angewendet wird. Auf diese Weise gelingt es, bei der zur Anwendung kommenden hohen Luftleere von etwa 90% jede Feuchtigkeit aus dem Oel zu entfernen.

Wenn es sich darum handelt, nur das Oel eines Transformators zu trocknen, so kann man durch die in den Kessel eingebaute Sprühdüse die Trocknung des Oeles ohne seine Erwärmung durchführen. Dadurch wird eine wesentliche Verbilligung des Trocknens von Oel erreicht.

Die Anlage ist aber nicht nur gedacht, um gelegentlich das Einfüllöl für neue Transformatoren zu trocknen, vielmehr dient sie hauptsächlich dem Zweck, schmutziges betriebsunbrauchbares Oel zu behandeln; sie ist demnach ein vollkommenes Hilfsmittel bei Instandsetzungen von Transformatoren.

Durch die eingebaute Filterpresse ist man auch in der Lage, faserige verrußte und verschlammte Oele zu reinigen und zu säubern. Mit der mit einem Spezialfilter bestückten Filterpresse kann bekanntlich auch die Entteerung von Oelen ziemlich gut durchgeführt und dadurch die Lebensdauer der Oele verlängert werden.

Die Heizleistung ist bei den verschiedenen Typen reichlich gewählt, da man beim Auskochen nicht immer in der Lage ist, die verschieden starke Abkühlung der Transformatoren durch Einhüllen und Einpacken unschädlich zu machen.

Zur weiteren Vervollkommnung ist die Anlage mit einer Evakuiervorrichtung versehen, die es erlaubt, unabhängig von der in dem Hochvakuumkessel herrschenden Luftleere ein beliebiges Vakuum auf den Transformatorkasten zu geben. Die Höhe dieses Vakuums richtet sich nach der Konstruktion des Kastens. Sie wird stets so hoch wie möglich gewählt werden, um die Oeltemperatur beim Entgasen oder Trocknen möglichst nur einige Grade über dem Siedepunkt des Wassers zu halten und dadurch das Oel weitgehend zu schonen.

Die Anlage wird, den Anforderungen entsprechend, in der verschiedensten Form gebaut. Als Autoanhänger erlaubt sie Verwendung auch an Montageorten, auf der Strecke, in kleinen Stationen u. dgl.

Die in der Abbildung dargestellte Anlage ist besonders für Bergwerksbetriebe zur Verwendung über und unter Tage bestimmt. Sie ist ausgerüstet mit normalen Transportrollen sowie mit verstellbaren und abnehmbaren Spurkranzrädern und kann infolge ihrer gedrängten Bauart in den engen Förderkörben untergebracht werden. Hierdurch ist auch in den außerordentlich schwierigen Bergbaubetrieben eine ausreichende und bequeme Transformator- und Oelpflege sowohl über als auch unter Tage möglich.

Die Anlage läßt sich nicht nur für Transformatoren- und Schalteröle verwenden, sondern hochwertige Turbinen- und Autoöle können ebenfalls mit Erfolg behandelt werden.

Digitized by Google

Einkäufer

für Nichteisenmetalle mit langj. Erfahrungen und guter Markt-Beobachtung, daneben beste Kenntnisse in Verwertung von Altmetall sowie Aschen, außerdem Beherrschung anderer Rohstoffmärkte und Betriebsmaterialien, sucht anderweitige Stellung in Industrie o. Handel. Bevorzugt wird Tätigkeit in Unternehmen der Elektrobranche. Arier, streng national, 32 J. alt. Ang. unt. **N. O. 986** an **Ala, Haasenstein & Vogler, Berlin W 35.** [3659]

Chef-Ing.

in ungekündigter Auslandsstellung, Dr.-Ing., Arier, 28 J., Starkstrom, Spez. Elektro-Oefen, guter Kaufmann und Organisator, englisch u. russisch fließend, sucht ab 1. Januar 1934 techn. oder kaufmännische Dauerstellung bei deutschem Unternehmen im In- oder Ausland.

Gefl. Off. unt. **E. 3629** a. d. Anzeig.-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Ing.

28 Jahre, erfahren in Berechnung, Montage und Betrieb von Drehstrom- u. Gleichstromanlagen, Dieselmotoren, Turbinen und Dampfkessel, mehrere Jahre Auslandspraxis (Kraftwerk u. Zuckerraffinerien), englisch perfekt in Wort und Schrift, gute spanische u. französische Sprachkenntnisse, sucht passende Stellung im In- oder Auslande. Beste Referenzen und Zeugnisse. Eintrittstermin ab November. Gefl. Angebote unter **E. 3651** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Elektro-Ing.

Montage, spez. Schiffs- u. Kabelanlag., Betrieb von Dampf-, Diesel- und Pumpenanlagen, auch Akquisition, perf. Engl., sucht geeignete Stellg. zu sofort oder später. Ang. unt. **A. K. 9281** an die **Ala Kiel.** [3650]

Genialer
Chefkonstrukteur

Belüftungs- u. Betriebsfachm. für el. Masch., Serienb., gesetz. Alters, erfind. veranl., sucht Wirkungskreis. Off. u. **E. 3644** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Dipl.-Ing.

Reg.-Baumeister

30 J., Führ. I u. IIIb, sucht Stellung als Ass. d. Dir. in El.-W. oder Fabrik. [3647]

Angebote an

E. Hecker,

München 38, De la Pazstr. 14.

Elektro-Kaufmann

nachweisl. erste Verkaufskraft, b. Grossist., Behörden u. der Großindustr. gut eingeführt, übernimmt Vertretung. für den Bezirk Frankfurt a. M. Ang. u. **E. 3664** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Elektro.-Dipl.-Ing.

led., Frontoffiz. 1914—18, seit 10 Jahren bei Groß-**New Yorker Hoch- u. Untergrundbahn** tätig, wünscht n. Deutschland zurückzukehr. u. s. pass. Stell., mögl. i. Bahnbetr. Gefl. Ang. erb. J. D. 715 **Zeitungsexp. Bln. SW 100, Jerusalemer Str. 46/49.** [3658]

Radio-Spezialist
Dipl.-Ing.

led., m. gründl. Kenntn., Erfahrg. u. neuen Ideen, s. neuen Wirkgskreis, a. Ausl. Ang. u. **E. 3661** a. d. A.-A. d. ETZ, Bln. W 9.

Durch Pensionierung des seitherigen Inhabers ist die Stelle **eines technischen**

Betriebsleiters

für unser städt. Elektrizitätswerk (Jahresumsatz 1 100 000 kWh) mit einer energischen Persönlichkeit baldigst zu besetzen.

Erfahrungen in der gesamten Elektrotechnik, insb. in der **Stromwerbung und Strompreispolitik**, Vorbedingung.

Anstellung erfolgt vorerst auf Privatdienstvertrag, später Überführung ins Beamtenverhältnis möglich.

Bewerber möglichst nicht unter 30 Jahren wollen Lebenslauf mit Lichtbild, Zeugnis und Gehaltsansprüchen bis spätestens 15. Oktober anher einreichen.

Mitglieder d. NSDAP bevorzugt; persönliche Vorstellung nur auf Verlangen.

Erding, den 21. Sept. 1933.

Stadtrat Erding:
Breitenstein, I. Bürgermeister.

Größeres elektrotechn. Installations- und Verkaufsunternehmen sucht geeigneten

Mitarbeiter

mit 10—15 000 Mk. Einlage, welche sichergestellt wird. Große Aufträge vorhanden.

Off. u. **E. 3648** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

In der Industrie

bekannter Oberingenieur übernimmt

Vertretung

f. **Hessen u. Hessen-Nassau.** Angeb. u. **E. 3646** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Für die Leitung der Zähler-Abteilung eines großen städt. Elektrizitäts-Werkes wird ein

Dipl.-Ing.

zum sofortigen Eintritt gesucht. Bedingungen: Reiche Erfahrungen im Zähler-, Eich- und Meß-Wesen, Befähigung zur Leitung eines Prüfamtes, Arier. Anstellung erfolgt auf Privatdienstvertrag. Ausführliche Bewerbungen mit Zeugnisabschriften, Lichtbild und Angabe von Referenzen erbeten unter **E. 3665** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Größeres Werk sucht zu baldigem Antritt

jüngeren Berechnungs-Ingenieur

Gründl. theoret. Kenntnisse u. mehrjährige prakt. Erfahrung, im Bau von Gleichstrommasch. sind Erfordernis. Ausf. Bewerb. mit Lebenslauf, Lichtbild u. Gehaltsansprüch. unt. **E. 3654** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln W 9.

Elektro-Ingenieur

mit Erfahrungen in Projektierung u. Akquisition und sehr guten Kenntnissen in der gesamten Elektrotechnik für den Besuch von Behörden und Industrie im Bezirk Groß-Berlin gesucht.

Ausführl. Angebote unter Angabe der Gehaltsansprüche und bisherigen Tätigkeit unt. **E. 3652** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Chef-Chemiker

für Schwachstrom-Industrie gesucht. Beste Erfahrungen in Lack- u. Kunstharz-Chemie Bedingung, Kenntnisse in Hochvakuum-, Galvano- u. Elektrotechnik erwünscht. Arier.

Angebote mit handschriftl. Lebenslauf, Gehaltsansprüchen und Lichtbild unter **E. 3655** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Akkumulatoren-Vertretungen

Für den Vertrieb unserer Stahl-Akkumulatoren und Blei-Akkumulatoren suchen wir

Vertreter für verschiedene Bezirke.

Es wollen sich nur solche Firmen melden, die bei Behörden, Industrie und Händlerschaft gut eingeführt sind, über Lager- und Auslieferungsmöglichkeiten verfügen, sowie mit der Materie grundsätzlich vertraut sind. [3656]

Nife-Stahlakkumulatoren G. m. b. H.
Berlin-Steglitz, Nicolaistr. 2—6.

Laboratoriums-Ingenieur

für das Relaislaboratorium einer Großfirma gesucht, der das

Selektivschutzgebiet

in theoretischer sowie praktischer Hinsicht beherrscht. Bewerbungen mit Nachweis der Eignung erbeten unter **E. 3645** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Angesehene Gleichrichter-Fabrik

sucht

erstklassige Vertreter

auf Provisionsbasis für Groß-Berlin und die bedeutendsten Industrieplätze. Infolge der außerordentlich vielgestaltigen Anwendungsmöglichkeiten unserer Gleichrichter sind umfassende Kenntnisse der Elektrotechnik Voraussetzung.

Melden wollen sich nur solche Herren bzw. Firmen, die sich dem Ausbau eines aussichtsreichen Absatzgebietes mit Fleiß und Ausdauer widmen können und über eigenes Büro und Wagen verfügen. Angebote erbeten unter **E. 3653** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 5. Oktober 1933** **Heft 40**

Teiltagung der Weltkraftkonferenz in Skandinavien 1933.

In den Tagen vom 26. VI. bis 9. VII. d. J. fand im weiteren Verfolg zur zweiten Volltagung der Weltkraftkonferenz in Berlin 1930[1] eine Teiltagung statt, zu der sich die nordischen Völker Dänemark, Schweden, Finnland, Norwegen unter Führung Schwedens vereint hatten. Die Erörterungen zu den Tagungsfragen „Energieversorgung der Großindustrie und des Verkehrswesens", zu denen 168 Berichte aus 20 Ländern vorlagen, fanden in Stockholm vom 28. VI. bis 4. VII. unter Beteiligung von etwa 800 Besuchern aus 38 Ländern statt. Besichtigungen in den 4 Tagungsländern gaben den Konferenzteilnehmern einen vorzüglichen Einblick in das gewerbliche Schaffen seiner Einwohner. So sei nur aus dem größten Kraftwerk Dänemarks, dem H. C. Örsted-Werk in Kopenhagen, der neue, von Burmeister & Wain gebaute, kompressorlose doppeltwirkende Zweitakt-Dieselmotor mit 12 500/15 000 kW Leistung, 6500/6000 V erwähnt, der zur Zeit größte Dieselmotor der Welt, der über einen Transformator 6/30 kV, 19 000 kVA an die Hochspannungsanlage geschaltet ist.

Am 28. VI. hatte der Verein Schwedischer Elektroingenieure in Stockholm zu einem sehr interessanten Kollegenabend eingeladen. Obering. R. Liljeblad von der Almänna Svenska Elektriska A.B. Västerås begrüßte die Gäste. Über schwedische Elektroindustrien und Kraftanlagen berichtete kurz Dir. Nils Forssblad von der Krängede A.B. Diese neue Gesellschaft ist ein kooperatives Kraftunternehmen, das zum Zwecke der Ausnutzung des Krängede-Wasserfalles an dem Fluß Indalsälven gegründet wurde. Die Teilhaber dieses Unternehmens sind vier Großbetriebe (Sandvikens Eisenhüttenwerke, Fagersta-Werke, Hofors-Werke und Korsnäs Sägewerks-Gesellschaft), eine Energieversorgungsgesellschaft (Bergslagens Kooperative Kraft-Ges.), deren Besitzer verschiedene andere Unternehmungen sind, und schließlich die Stadt Stockholm. Die Tariffrage ist hier, wie K. G. Ljungdahl hervorhob, in eigenartiger Weise gelöst. Jedem Teilhaber ist ein Energieanteil gesichert, der im Verhältnis zu seiner Beteiligung steht. Im gleichen Verhältnis sind sie für die Jahreskosten der Gesellschaft verantwortlich. Um einer gewissen Energieverschwendung vorzubeugen, wurde eine niedrige laufende kWh-Gebühr, die den Brennstoffkosten bei der Dampferzeugung entspricht, eingeführt; der Rest der Selbstkosten wird im Verhältnis des Bedarfs verteilt. Derart sind hier die Vorteile des Großunternehmens zur billigen Energieerzeugung glücklich verbunden mit der Wahrung individueller Interessen, die bei der Eigenerzeugung, wie vielfach angenommen wird, am besten befriedigt werden können. Der erste Ausbau der Anlagen ist im Gange. Er umfaßt eine Maschinenanlage von 2 · 30 000 kW (Gesamtausbau 180 000 kW), eine 340 km lange 220 kV-Übertragungsleitung zum Umspannwerk in Horndal für 200/70 kV und ein 70 kV-Verteilungsnetz für die an der Küste gelegene Industrie der Gesellschafter. Die Anlagen werden in den Jahren 1935/36 fertiggestellt sein.

Das Trollhättan-Kraftsystem[2] umfaßt die Werke Vargön, Trollhättan und Lilla Edet am Göta älv, von denen Vargön im Bau ist und 1934 in Betrieb kommt. Die 3 Werke werden dann eine Leistung von 173 000 kW haben und in einem normalen Wasserjahr 1350 Mill kWh erzeugen können, was etwa 52 % der gesamten Wasserkrafterzeugung der Wasserkraft-Verwaltung ist. Das nutzbare Gefälle der Vargön-Anlage ist im Durchschnitt 4,3 m. Kaplanturbinen, die in diesem Falle am geeignetsten sind, kommen in zwei Einheiten mit 8 m Laufraddurchmesser (die bisher größte Ausführung), je 12 000 kVA, 11 kV, die eine für 25 Hz, die andere für 50 Hz zur Aufstellung. Der Einfluß in die Turbine ist nach dem Syphonprinzip ausgeführt; dabei erübrigen sich Gitter. Zum Anlauf wird die Luft im Syphon abgesaugt und der Wasserfluß geht ohne Unterbrechung vonstatten. Statt einer Maschinenhalle sind nur bewegliche eiserne Schutzdächer über den Generatoren vorhanden. Darüber rollt ein 200 t-Derrickkran zur Bedienung bei der Montage. Die Regelung der Anlage erfolgt vom Trollhättan-Werk aus, als wäre sie ein Teil dieses Werks.

Ferner wurde erwähnt das Västerås-Dampfkraftwerk, das dem Zentral-Kraftwerksblock als Reserve- und Spitzenwerk dient. Seine Maschinenleistung ist 110 000 kW. Im Kesselhaus dieses Werks ist letzthin ein ölgefeuerter Kessel für eine Leistung von 130 t/h Dampf (24 kg/cm², 425° C) in einem besonderen turmartigen Gebäude aufgestellt worden. Dieser größte Kessel Schwedens besteht aus einer achteckigen Strahlungs-Brennkammer mit senkrechtem, zentralem Rauchgasabzug, in dem ein zweistufiger Dampfüberhitzer, ein zweistufiger Luftüberhitzer und der Speisewasser-Vorwärmer übereinander angeordnet sind. Alle Regelglieder für den Kessel sind derart angeordnet, daß ein Mann zu seiner Bedienung genügt. Der Kessel kann in wenigen Minuten auf Vollast gebracht werden. Mit dem Dampf des Kessels wird eine 50 000 kW-Turbine, 1500 U/min, betrieben, deren Generator bei Leerlauf als übererregter Synchronmotor läuft. Die Turbine ist die größte Doppel-Radialturbine der Welt und hat über 90 % Höchstwirkungsgrad. Der Platzbedarf des Turbogenerators ist gleich dem einer alten 10 000 ··· 15 000-kW-Einheit. Auch das Porjus-Kraftwerk wurde erwähnt und seine in etwa 50 m Tiefe in den Felsen eingebaute Maschinenhalle (92 · 10 m) im Bilde gezeigt.

Die Schwedische Schwachstromverwaltung ersetzt ihre oberirdischen Fernsprechleitungen durch Kabel, die auf kürzestem Wege quer durch das Land verlegt werden, um an Länge zu sparen. Die Kabeltrasse wird von der Luft aus aufgenommen, um sie später mit Sicherheit wiederfinden zu können. Die größeren Fernsprechämter sind automatisiert nach dem eigenen Entwurf der Verwaltung und nach dem L. M. Erikson-System. Diese Firma hatte auch für die Sitzungen eine Abhöranlage zur Verfügung gestellt. In jedem Sitzungsaal war ein Sender aufgestellt, der von den Rednern bzw. Dolmetschern mittels Mikrophons besprochen wurde und über eine im Saal gezogene Antenne jedem Anwesenden ermöglichte, auf seinem beliebig gewählten Platz die Reden durch die Kopfhörer eines kleinen tragbaren Empfängers in Dosenform zu hören. Gespräche konnten untereinander geführt werden, ohne das Abhören der Reden zu stören. Um die Säle nicht gegenseitig zu stören, hatte jeder Saal seine eigene Empfangswelle, so daß die Kopfhörer bei Saalwechsel auch gewechselt werden mußten.

Hieran schloß sich ein Film über die letzte Eisenbahnelektrisierung in Schweden auf den sog. „Malmöer Strecken"[3]. Für diese und auch künftige Strecken wird die elektrische Energie der Drehstrom-Landesversorgung entnommen. In Unterwerken, die allgemein 90 km voneinander entfernt sind, wird der Drehstrom in Einphasen-Wechselstrom von 16⅔ Hz gewandelt. Die Motorgeneratoren für diese Erzeugung sind ausgerüstet mit Synchronmotoren für 50 Hz, die wie synchrone Blindleistungsmaschinen gebraucht, d. h. derart erregt werden, daß die Bahnbelastung praktisch keinen Einfluß

[1] ETZ 1930, S. 1, 837 u. 1057.
[2] Vgl. ETZ 1932, S. 755 u. auch 1933, S. 473.
[3] Vgl. ETZ 1933, S. 314 u. 473.

Digitized by Google

auf die Spannung des dreiphasigen Netzes ausübt. Diese Strecken umfassen 933 km. Nach Fertigstellung aller Strecken bis Ende 1936 werden 2705 km, d. h. 40 % der schwedischen Staatsbahnen elektrisiert sein und damit 80 % des Verkehrs elektrisch bedient. Der Energiebedarf für das gesamte elektrisierte Staatsbahnnetz wird etwa 400 Mill kWh im Jahr betragen, d. h. etwa 8 % der gesamten Energieerzeugung Schwedens. Es wird damit gerechnet, daß der Strompreis dann etwa 2,1 Oere/kWh gegen jetzt 2,6 Oere/kWh für die bereits in Betrieb befindlichen Linien der „Malmöer Strecken" betragen wird[4]. — Einen Einblick in die Versorgung Stockholms mit elektrischer Energie ermöglichte ein Besuch des Dampfkraftwerks „Värtaverket" am Värtahafen in Stockholm. Das Werk deckt normal die Spitzenkraft, während das Wasserkraftwerk „Untra" am Dalelf (32 000 kW) die Grundkraft liefert.

Zu den Verhandlungen in der Sektion 1a „Energieversorgung der Großindustrie mit elektrischer Energie" lagen 41 Berichte vor, von denen 9 aus Deutschland stammten. Es seien nur die Namen der Verfasser genannt: Keinath, Martini, Roebel, Schleicher, Kesselring, Probst, Gercke, Warrelmann, Kyser. Mit den Berichten waren die großen deutschen Verbände der Elektrotechnik, des Maschinenbaus, der Eisenhüttenleute auf verschiedenen Gebieten, wie Regelprobleme, Schalter, Großmaschinenbau, Nachrichtentechnik, Meßgerät, Fremdbezug oder Eigenerzeugung, Spitzendeckung vertreten. Der Generalberichterstatter Ljungdahl betonte, daß die möglichst zweckmäßige Gestaltung der Zusammenarbeit zwischen Kraftquellen verschiedener Art, zwischen Großkraftunternehmen und industriellen Eigenerzeugungsanlagen heute eine der wichtigsten Fragen auf dem Gebiete der Kraftversorgung bilde. Die Fähigkeit des Großkraftunternehmens, die Spitzenkraft bei verhältnismäßig geringen zusätzlichen Kosten zu liefern, werde oft übersehen, so daß die Errichtung neuer örtlicher Spitzenwerke in der Regel nicht als wirtschaftlich berechtigt angesehen werden könne. Es sei aber für das Großkraftunternehmen sehr wichtig, dieses Vermögen vermittels eines zweckmäßig gestalteten Spitzenkrafttarifs zu einem für den Verbraucher greifbaren Ausdruck kommen zu lassen. Der Zusammenschluß verschiedener Verbraucher führe zu besserer Wirtschaftlichkeit infolge der Überlagerung der verschiedenen Belastungen und der dadurch bedingten Erhöhung der Benutzungsdauer. Ein Ausdruck dieses Bestrebens ist, wie neuerdings auch in Schweden, der Anschluß der elektrisierten Eisenbahnen an das öffentliche Versorgungsnetz, womit das Großkraftunternehmen einen Großverbraucher erhält, der zur Vollbelastung der Übertragungsanlagen beiträgt. Die Energie-Zusammenschlußbewegung in Deutschland, Großbritannien (Grid-System), Belgien (U.C.E.), Schweden (Bruk-System), Norwegen (Samkjorningen) in verschiedenen wirtschaftlichen Formen wurde beleuchtet. Auf die große wirtschaftliche Bedeutung der Ausnutzung der Überschußenergie mit Hilfe von Elektrodampfkesseln oder Speichern bei Wasserkraft und der potentiellen Dampfenergie bei Wärmebedarf wurde eingegangen. Im letzteren Falle sollte eine unbedeutende Erhöhung der Anlagekosten nicht gescheut werden, um Elektroenergie zu einem sehr vorteilhaften Preis zu erzeugen. Die neue Freiluft-Quecksilberdampf-Kraftanlage der General Electric Co. in Schenectady[5] wurde hierfür als Beispiel angeführt. In der Tariffrage wurde verlangt, den Preis der kWh dem Verwendungszweck anzupassen. Nur in dieser Weise würden Großabnehmer gewonnen werden. Irgendeine Doppeltarifform wurde empfohlen. Die üblichen Statistiken für die Energieerzeugung seien auch auf die Energieverwendung in Industrieanlagen, im Handwerk, im Verkehr und für den öffentlichen Bedarf zu erweitern.

In den Verhandlungsabschnitten 2, 3 und 4 kamen die Verbraucher von Wärme- und elektrischer Energie zu Wort, indem die Wärme-Kraft-Verbundwirtschaft der heizdampfverbrauchenden Industrien, wie der Brikett-, Zucker-, Zellulose-, Papier-, Eisen- und Stahlindustrie usw., behandelt wurde. Die Generalberichterstatter waren Lundberg, Nordensson, Aeke Anjou. Das wichtige Problem, wieweit für diese Industrien Strombezug und Eigenerzeugung elektrischer Energie aus Gegendruckkraftbetrieb beim Wärmebedarf für die Produktion in Frage kommt, behandelte Gleichmann, Deutschland, in seinem Bericht „Kombinierte Kraft- und Wärmeerzeugung in industriellen Betrieben". Die technische Entwicklung auf dem Gebiete der Dampfkessel und der dampfverbrauchenden Geräte hat heute die Möglichkeit einer erhöhten Krafterzeugung aus dem Gegendruckdampf geschaffen. Doch stelle jede Fabrik ein Problem für sich dar, das ausführlich und sorgfältig behandelt werden müsse. Ferner wurde eingehend auf die Frage der Einschaltung überschüssiger Energie in die öffentliche Energieversorgung eingegangen. Nordensson betont, daß für die Zukunft davon abgegangen werden müsse, Verbundanlagen in der Regel als eine Angelegenheit einer Fabrik oder noch von ein oder zwei der benachbarten Energie-Versorgungsgesellschaften anzusehen. In Einzelfällen möge dies richtig und zweckmäßig sein, aber in Anbetracht der in vielen Industrien vorhandenen Möglichkeit, große Mengen sehr billiger Energie über ihren Eigenbedarf hinaus zu erzeugen, verdiene die Frage der angemessenen Ausnutzung dieser Kraftquelle etwas großzügiger und nicht nur mit Rücksicht auf die betreffende Industrie und ihre örtliche Kraftversorgung behandelt zu werden. Bei der zunehmenden Einsicht in die Bedeutung der Kraftquelle „Krafterzeugung aus Wärmebedarf" wurde angeregt, in verschiedenen Ländern eine laufende Statistik der vorhandenen und kommenden Fälle zu führen, in denen mit einer Kapitalinvestierung normaler Höhe wirtschaftliche Energiemengen als Nebenerzeugnis gewonnen werden können. Dadurch würde ein viel klareres Bild der für die Deckung des künftigen Kraft- und Wärmebedarfs verfügbaren Quellen erhalten, als es heute durch die Erfassung und Aufstellung der bekannten Wasserkraft-, Kohlen-, Erdöl-, Torf- und Schiefervorräte allein geschieht.

Die Generalberichterstatter für die Sektion 5 „Elektrowärme" waren L. Högel und M. Tigerschöld. Die Berichte, heißt es, spiegeln die bedeutenden Fortschritte der Elektrowärme während der letzten Jahre wieder, die zu einem stets größeren Elektroenergieverbraucher geworden ist. Die 8 Berichte, darunter einer von Buff, Deutschland, über „Neuerungen auf dem Gebiet der Elektrowärme" betrafen zumal elektrische Schmelzöfen und Wärmebehandlungsöfen. Besonders eingehend ist der Bericht von Cherry und Woodson, V. S. Amerika, „Electric Heat in Industry". Ein ernster Wettbewerber ist dem Lichtbogenofen in dem Hochfrequenzofen entstanden, für den dieser Ausdruck nach Ansicht des Generalberichterstatters in Anbetracht der deutlichen Entwicklungsrichtung nach niedrigeren Frequenzen nicht mehr recht zutreffe. In Schweden sei daher der Name „Wirbelstromofen" geprägt worden, der die Arbeitsweise des Ofens zweifellos besser kennzeichne. Im Bau dieser Öfen seien für Fassungsvermögen bis 20 t kaum noch praktische Schwierigkeiten zu erwarten. In Schweden befänden sich schon Einheiten von 5,5 t in Betrieb. Die Verminderung der Ofenverluste beim Stobie-Ofen wird angezweifelt. Erwähnt wird die selbsttätige Regelung beim ASEA-Hochfrequenz-Induktionsofen, um ihn stets nahe am Resonanzpunkt zu halten. Besonders wird auf einen Vorschlag von Wolodgin (Bericht 29) hingewiesen, die Hochfrequenzöfen mittels der dritten Oberwelle aus einem Drehstrom-Transformatorensystem zu betreiben. Die Anregung für diese neue Frequenzwandlung sei weiteren Studiums wert. Eine künftige Entwicklung der Schmelzöfen wird dahin für möglich gehalten, daß das Schmelzen in einem Hochfrequenzofen und das Raffinieren in einem 50 Hz-Wirbelstromofen vorgenommen wird.

In der Sitzung 6 wurde die „Überführung und Anpassung der Triebkraft an industrielle Arbeitsmaschinen" behandelt. Generalberichterstatter war A. Hansson. Im Bericht Kuchel (70), Deutschland, wird der gegenwärtige Energieverbrauch für elektrische Lichtbogenschweißung in Deutschland allein zu mindestens 50 Mill kWh im Jahr angegeben, wobei man erst am Anfang eines Zeitalters der Schweißung stehe. Die Lichtbogenschweißung entwickele sich offenbar in Richtung auf häufigere Verwendung von Wechselstrom statt Gleichstrom infolge Aufkommens billiger, zweckmäßig ummantelter Elektroden und auf wachsende Schweißgeschwindigkeit mit paralleler Entwicklung von Schweißautomaten. Das Kohlenlichtbogen-Schweißverfahren für die Erzeugung erstklassiger Schweißungen mit oder ohne besonderen Zusatzstoff sei in rascher Entwicklung begriffen. An der Erforschung brauchbarer nackter Elektroden für Wechselstrom werde angestrengt gearbeitet, und zahlreiche Verfahren mit hochperiodigem Strom würden empfohlen. Bei der Widerstandschweißung sei die Entwicklung vornehmlich auf die Konstruktion von Automaten gerichtet. Für die Verwendung von Glasgleichrichtern in industriellen Betrieben ist von Interesse der Bericht 154 von Bertele, Österreich. Glühkathoden-Gleichrichter haben wegen ihres hohen Wirkungsgrades bei niedriger Gleichrichtungspannung be-

[4] Im Juni d. J. galt 1 Oere etwa 0,73 RPf.
[5] ETZ 1931, S. 1066.

Digitized by Google

sonders für den Zweck der Lichtbogenschweißung Bedeutung erlangt. Zur „Weiterentwicklung des elektrischen Antriebes" lag ein Bericht 71 von Kind, Deutschland, vor, der die neueren Bestrebungen zeigt, den elektromotorischen Antrieb den Bedürfnissen industrieller Arbeitsmaschinen auf einigen Sondergebieten anzupassen. Besondere Erfolge wurden mit dem neuen Webstuhlmotor mit großem Schlupf erzielt. Scharowsky, Deutschland, brachte im Bericht 112 „Elektrische Probleme bei der Energieverteilung in industriellen Anlagen". Industrielle Verteilungen werden u. a. durch die Art und Größe des Energieverbrauchs beeinflußt; dieser lasse sich durch die Begriffe des spezifischen räumlichen Energieverbrauchs, z. B. in kW/m², und in dem Begriff der spezifischen Verbraucherdichte, z. B. Motorenzahl je m², ausdrücken. Diese Faktoren beeinflussen die Zahl der Verteilungspunkte und Umspannwerke. Möglichst viele Verteilungspunkte, wenige Umspannwerke sind anzustreben. Hier muß die wirtschaftlichste Lösung gefunden werden. Die Untersuchungen haben großen Wert für die Entwicklung der Verteilungsgeräte (Hochleistungsicherung mit Abschaltung des Kurzschlußstromes, bevor er seinen Höchstwert erreicht) und für die einheitliche Gestaltung der industriellen Verteilungen (Verteilungsnetze mit 500 V). Der Bericht 155 von Calonius, Schweden, befaßt sich mit der Zugregelung mehrmotoriger, schnellaufender Papiermaschinen. Mit der Zunahme der Leistungsfähigkeit der Papiermaschinen werde der zur Zeit gebräuchliche Zugregler mit konischen Riemenscheiben durch einen ganz elektrischen, empfindlicheren und genauen Regler ersetzt werden müssen. Im Bericht 135 gibt Schneider, Deutschland, eine eingehende Beschreibung der Entwicklung der trägen Sicherung, des Installations-Selbstschalters und der kleinen Motorschutzschalter für industrielle Anlagen.

Die Sektionen 7, 8 und 9 im Verkehrswesen erstreckten sich auf die Energiefragen der Eisenbahnen (Dampf-, Diesel-, elektrischer Betrieb), der Stadt- und Vorortbahnen und der Schiffahrt. Die Generalberichterstatter waren H. Bager, J. Körner, E. Johansson. Auf allen drei Gebieten ist die zunehmende Verwendung des Dieselmotors infolge seiner verschiedenen Verbesserungen durch höhere Drehzahlen, geringeres Gewicht und Raumbedarf festzustellen. Diese wirken sich auch günstig beim dieselelektrischen Antrieb der Fahrzeuge aus, da die Generatoren mit den höheren Drehzahlen ebenfalls kleiner und leichter werden und Leistungen mit 450 PS je Maschinensatz im Drehgestell der Triebwagen eingebaut werden können. Derartige Entwürfe wurden von Mayer, Deutschland, im Bericht 51 vorgelegt, die in Verteilung von 4 Maschinensätzen auf zwei Triebwagen eine Zuggattung mit Schlaf- und Speisewagen ergeben, die den Anforderungen eines Schnellverkehrs auf längeren Strecken Rechnung trägt. Derartige Entwicklungen sind beachtenswert für den weiteren Ausbau der elektrischen Zugförderung. Derselbe Bericht enthält auch den Entwurf zu einer Diesel-Schnellzuglokomotive nach teilweise neuen Grundsätzen, bei dem schon 23 PS/t Lokomotivgewicht wie bei einer Dampflokomotive, wenn das Tendergewicht nicht mitgerechnet wird, erreicht werden. Bei einer elektrischen Lokomotive, der die Energie zugeführt wird, ist das Verhältnis bis über 39 PS/t Gewicht.

Beim elektrischen Betrieb geht das Bestreben dahin, die Energie der allgemeinen Landesversorgung zu entnehmen. Auch ist in den letzten Jahren der Gleichstrom häufiger angewandt worden, was Bager vornehmlich dem Quecksilberdampf-Gleichrichter zuschreibt. Wechmann, Deutschland, sagt in seinem Bericht 37 „Bahnstrom aus der öffentlichen Elektrizitätsversorgung unter Berücksichtigung der neuesten Technik" bei den Erörterungen über die zukünftigen Stromrichter-Lokomotiven mit gittergesteuerten Gleichrichtern und kommutatorlosen Hauptstrommotoren, daß weitere Versuche mit diesen entscheidenden Einfluß auf die künftige Entwicklung der elektrischen Zugförderung haben können. Boveri, Schweiz, vertritt in seinem Bericht 55 „Stromsysteme für elektrische Bahnen" mehr das Problem der direkten Speisung der Kontaktleitung mit ungefähr 50periodigem Wechselstrom in einphasiger Anordnung, weil es doch eben die denkbar einfachste Anordnung verwirklichen würde. Er verweist hierzu auf die praktischen Erfolge in Ungarn auf der Strecke Budapest—Komárom—Hegyeshalom[6]. Eine Erhöhung der Fahrdrahtspannung auf etwa 23,5 kV bei 50 Hz würde etwa dieselben Spannungsverhältnisse in der Fahrdrahtleitung wie bei 16⅔ Hz und 15 kV ergeben. Geeignete 50 Hz-Fahrzeuge wären zu konstruieren, wozu der gittergesteuerte Quecksilberdampf-Gleichrichter neue Möglichkeiten gäbe. Als besonders aussichtsreich käme einmal die Umformung des zugeführten Wechselstroms in Gleichstrom in Frage, wobei die Gittersteuerung an sich nicht notwendig wäre, aber u. U. zur verlustlosen Spannungsregelung dienen kann, oder dann der kommutatorlose Einphasenmotor (Kern). Nach dem Ergebnis wirtschaftlicher Untersuchungen könnte dem 50 Hz-Fahrzeug gut ein Mehrpreis von 30 % gegenüber den heutigen Fahrzeugen zugestanden werden. Dies werde bei neuen Bahnanlagen nennenswerte direkte Ersparnisse bringen und ermöglichen, ein einheitliches Stromsystem für die gesamte Elektrizitätsversorgung ganzer Länder einzuhalten und diese auf eine neue wirtschaftlichere Grundlage zu stellen.

Nach dem Bericht von van Lessen ist jetzt die elektrische Zugförderung der niederländischen Eisenbahnen mit gesamt 179 km Bahnstrecke auf Gleichstrom 1500 V (Fahrdrahtspannung) im Anschluß an die allgemeine Elektrizitätsversorgung durchgeführt. Im Mai 1934 wird auch auf der 20 km langen Strecke Rotterdam—Dordrecht der elektrische Betrieb aufgenommen. An der Stromversorgung der Strecken sind vier verschiedene Elektrizitätsbetriebe beteiligt. Im Jahre 1932 betrugen die an die Eisenbahnen gelieferten Energiemengen 71 Mill kWh. Der mittlere Preis je kWh Drehstrom, gemessen im Kraftwerk, betrug 3,42 cts[7]. Dieser wird auf Grund einer Höchstlast bestimmt, für welche der Mittelwert der beiden höchsten stündlichen Belastungen des betreffenden Vertragsjahres angenommen wird. Die Anzahl der Betriebsstunden dieser Höchstlast gibt einen Maßstab für den Charakter der Belastung. Die Anzahl der Jahresbetriebsstunden lag bei den einzelnen Lieferwerken im Jahre 1932 zwischen 3102 und 3698 h. In allen Unterwerken sind Quecksilberdampf-Gleichrichter aufgestellt, die von dem nächstliegenden Bahnhof oder der nächsten Signalstelle nur eingeschaltet werden. Alles übrige wird selbsttätig im Unterwerk geregelt. Die Erfahrungen mit den Anlagen sind sehr günstig.

Zur Charakteristik der Bahnbelastung in den Kraftwerken ist der Bericht 156 von Hruschka „Einige Erfahrungen in der Energieversorgung der elektrisch betriebenen Linien der österreichischen Bundesbahnen" beachtenswert. Die Belastungskurven zeigen keine Regelmäßigkeit, gleichwohl steigen die Stromspitzen über den mittleren Wert nur um 10 %. Für den täglichen Energiebedarf genüge eine Speicherung von 4 ··· 6 % gegenüber etwa 20 % bei öffentlichen Elektrizitätswerken. Aus diesen beiden Gründen sei die Speisung einer Bahn viel günstiger als die eines allgemeinen Netzes für Licht und Kraft.

Im Bericht 7 beschreibt Gysel, Schweiz, die beiden elektrischen Gotthard-Lokomotiven, die im Jahre 1932 in Betrieb kamen, und mit denen die Leistung elektrischer Lokomotiven nach oben einen gewissen Abschluß erreicht haben dürfte. Die Lokomotiven haben die Achsanordnung 1 Bo 1 Bo 1 + 1 Bo 1 Bo 1. Die eine Maschine hat 8 Triebmotoren und BBC-Antrieb, die andere 16 Triebmotoren und Universalantrieb S.L.M. Winterthur. Die Gesamtleistung der BBC-Lokomotive beträgt an der Motorwelle gemessen 7500 PS Stundenleistung bei 59 km/h und 7000 PS Dauerleistung bei 61 km/h. Für die Winterthur-Lokomotive sind die entsprechenden Angaben 8800 PS und 62 km/h bzw. 8300 PS und 65 km/h. Die gesamte Länge jeder der beiden Doppellokomotiven beträgt 34 m. Eine besondere Neuerung an den Lokomotiven ist der Adhäsionsvermehrer. Durch Entlastung der mittleren Tragachse jeder Lokomotive mit Hilfe von Druckluft kann der Triebachsdruck im Mittel um etwa 1,5 t, das Adhäsionsgewicht der ganzen Lokomotive um etwa 12 t vermehrt werden, was für Anfahrten mit Höchstlast vorteilhaft ist.

Im Stadt- und Vorortverkehr drängt der Wettbewerb des Kraftwagens zur Verbesserung der Straßenbahn. Mittel hierzu sind selbsttätige Gleichrichterwerke zur besseren Spannungshaltung, leichtere Wagen mit angemessenem Fassungsraum und leichterer elektrischer Ausrüstung, um dem heute im Vordergrund stehenden Verlangen nach erhöhter Fahrgeschwindigkeit zu entsprechen. Selbst Mehrkosten im Stromverbrauch seien hierzu je nach den örtlichen Verkehrsverhältnissen nicht zu scheuen. Weitere Mittel sind dichtere Haltestellen und gute, bequeme Ausstattung der Wagen. Die Möglichkeit der Stromrückgewinnung sollte bei neuen Wagen vorgesehen werden, besonders beim Oberleitungsomnibus, dessen Stromverbrauch hoch ist. Dieser käme auch für Neuanlagen mit nicht zu starkem Verkehr in Frage.

[6] ETZ 1931, S. 635.

[7] Im Juni galt 1 ct etwa 0,6 RPf.

Digitized by Google

Zum elektrischen Schiffsantrieb lag nur ein Bericht von de Renzio, Italien, vor. Dort wird der elektrische Antrieb für besondere Schiffstypen, wie Schleppdampfer, Fährboote, Hilfsfahrzeuge, verwendet, wo seine Vorzüge gegenüber anderen Antrieben — Vollkommenheit im Manövrieren, höchste Leistungsfähigkeit in beiden Gangarten, Kräfteverteilung nach Bedarf bei vorn und hinten liegender Schraube usw. — besonders in Erscheinung treten. Aus letzterem Grunde hat sich auch der diesel-elektrische Antrieb bei Eisbrechern sehr vorteilhaft erwiesen. Im Bericht 169 beschreibt Ericson, Schweden, den mit einer 9000 PS-diesel-elektrischen Anlage ausgerüsteten Eisbrecher „Ymer".

A. Przygode.

Überspannungsableiter zum Schutz von Flugzeug-Funkgeräten, untersucht mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen.

(354. Bericht der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, E. V., Abteilung für Elektrotechnik und Funkwesen*.)

Von **Heinrich Viehmann**, Berlin.

Übersicht. Zum Schutze von Flugzeug-Funkgeräten gegen atmosphärische Überspannungen (Blitzentladungen) wurde von der DVL ein Ableiter entwickelt, der aus einer vorionisierten Luftfunkenstrecke besteht. Wegen der einfachen und wirksamen Art der Vorionisation dürfte dieser Ableiter auch für die Starkstromtechnik von Interesse sein.

1. Überblick.

Schlechtwetterflüge (Wolkenflüge) sind heute infolge der Vervollkommnung der Bordgeräte und des Funk- und Peilverkehrs bedeutend weniger schwierig als früher und haben daher stark zugenommen. Gleichzeitig haben sich auch die Meldungen von Blitzschlägen in Flugzeuge gemehrt, die glücklicherweise noch nicht zu Verletzungen von Personen, wohl aber häufig zu Sachbeschädigungen geführt haben. Meist benutzte der Blitz auf seinem Weg die Schleppantenne, schmorte diese ab und beschädigte die Funkgeräte. Da gerade während des Fluges in den Wolken ein ausgedehnter Funkverkehr nötig ist, kann die Antenne meist nicht eingeholt oder mit Flugzeugmasse verbunden werden, wie früher zur Herabsetzung der Blitzgefahr vorgeschlagen wurde [1][1]. Die Mittel zum Schutz des Flugzeugkörpers an sich sind bekannt: gute elektrische Verbindung aller Metallteile, um die Gefahr von Überschlägen und eines dadurch verursachten Brandes herabzusetzen. Es blieb daher noch zu untersuchen, durch welche Maßnahmen verhindert werden kann, daß der Blitz über die Antenne seinen Weg in das Innere des Flugzeuges nimmt.

Daß bis heute nur verhältnismäßig harmlose Blitzentladungen über Flugzeuge beobachtet wurden, erklärt sich daraus, daß die meisten Entladungen in Schnee- und Hagelböen vorkamen, die keinen eigentlichen Gewittercharakter besaßen. Heranziehenden Gewitterfronten weichen die Flugzeuge nach Möglichkeit aus. In Fällen, wo sich ein Durchfliegen von Gewitterwolken nicht umgehen läßt, sind in der Hauptsache nur die dort stark verästelten Teilentladungen des Hauptblitzes zu befürchten, die wegen ihrer geringeren Energie keine allzu großen Zerstörungen hervorrufen.

Um die Entladungen an dem Eindringen in das Flugzeug zu hindern, hat die Telefunken G. m. b. H. vorgeschlagen, die Antenne vor dem Eingang in das Flugzeug über eine Koppelspule mit dem Flugzeugkörper (Masse) zu verbinden und die Funkgeräte induktiv unter Zwischenschaltung einer hinreichend starken Isolation mit der Antenne zu koppeln. Diese Ausführung verspricht einen guten Schutz, bedingt aber eine entsprechende Anpassung der Funkgeräte, die praktisch auf einen Neubau hinausläuft und daher aus wirtschaftlichen Gründen vorerst nicht zu verwirklichen ist.

Die DVL untersuchte daher, wie weit Überschlagstrecken, die vor der Einführung der Antenne in das Flugzeug angebracht werden, imstande sind, Blitzentladungen nach Masse abzuleiten, ohne daß Beschädigungen im Innern des Flugzeuges zu befürchten sind. Es ergab sich, daß vorionisierte Luftfunkenstrecken mit homogenem Feld diesen Zweck zu erfüllen versprechen.

2. Ermittlung der Ableitereigenschaften.

An Überschlagstrecken mit der gewünschten Wirkung sind folgende Anforderungen zu stellen:

1. Der Ableiter darf bei der Betriebspannung des Senders noch nicht zünden; er muß aber sicher ansprechen, bevor der Sender oder ein sonstiger Anlageteil über- bzw. durchschlägt. Sein Arbeitsgebiet muß also innerhalb der in Abb. 1 gezeichneten Grenzen liegen. Da Flugzeug-Funkgeräte mit Rücksicht auf geringes Gewicht in ihrer Isolation (wesentlich ist die Isolation des Eingangskreises) sehr knapp bemessen sind, ist das für den Ableiter zur Verfügung stehende Arbeitsgebiet verhältnismäßig klein.

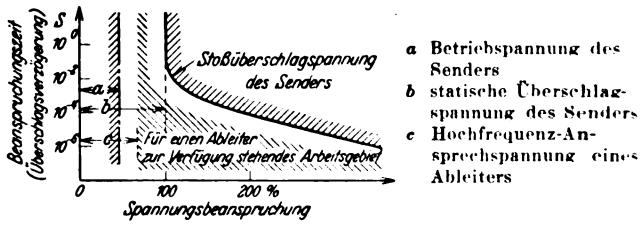


Abb. 1. Überschlagseigenschaften z. B. eines Senders in grundsätzlicher Darstellung. (Zahlen angenommen, nicht gemessen!).

Für Empfänger, die über den Eingangskreis des Senders mit der Antenne verbunden werden, gilt dasselbe wie für den Sender. Ein Schutz von Empfängern, die ohne eine besondere Isolation des Eingangskreises unmittelbar an der Antenne liegen, wird sich gleichzeitig mit dem Sender kaum durchführen lassen, da die Überschlagspannung solcher Empfänger noch um einiges unter der eines Senders liegt. Ganz allgemein ist der Schutz des Empfängers aber von geringerer Bedeutung, da bei Schaltung auf Empfang das Herannahen von elektrisch geladenen Wolken meist rechtzeitig an dem Knacken im Kopfhörer erkannt, der Empfänger abgeschaltet und die Antenne an Masse gelegt werden kann.

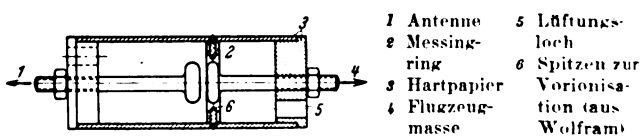


Abb. 2. DVL-Luftfunkenstrecke mit Vorionisation.

2. Der Ableiter muß auch bei Weiterschwingen des Senders nach dem Ableiten der Überspannung von selbst wieder erlöschen, ohne daß der Sender für diesen Zweck abgeschaltet werden muß. Da die Leistung der Flugzeugsender zur Zeit nicht über 100 W hinausgeht, ist diese Bedingung mit einer Luftfunkenstrecke bequem zu erfüllen, ohne daß mit dem Ableiter (wie es in der Starkstromtechnik zur Lichtbogenlöschung nötig ist) ein Widerstand in Reihe geschaltet werden muß.

3. Da der Ableiter dauernd eingeschaltet sein muß, darf er den Sender nicht nennenswert belasten, d. h. seine Leistungsaufnahme und seine Kapazität müssen hinreichend klein sein.

4. Mit zunehmender Flughöhe, also abnehmendem Luftdruck, sinkt die Überschlagspannung des Funkgeräts, die rechte Grenze der Abb. 1 rückt nach links, das Arbeitsgebiet für den Ableiter wird somit enger. Es ist darauf zu achten, daß auch dann noch die Bedingung 1 erfüllt wird.

Auf Grund von früheren Untersuchungen des Verfassers [2] erschien die Verwendung von Luftfunkenstrecken mit homogenem Feld für den vorliegenden Zweck aussichtsreich. Die Prüfergebnisse an einem solchen Ableiter (Abb. 2) werden im folgenden mitgeteilt, da sie auch allgemeines Interesse verdienen.

* Gekürzte Wiedergabe des DVL-Berichtes Lf. 702/1, Brintzinger-Viehmann.

[1] Die eingeklammerten Ziffern verweisen auf das Schrifttum-Verzeichnis am Schluß der Arbeit.

Digitized by Google

Der Arbeitsbereich eines Ableiters (Abb. 1) ist auf der linken Seite begrenzt durch die Spannung, bei der er bei Senderfrequenz anspricht (Hochfrequenz-Ansprechspannung) und die mit einem gewissen Sicherheitszuschlag über der höchsten Betriebspannung des Senders liegen muß. Die Hochfrequenz-Ansprechspannung ist im allgemeinen niedriger als die statische Spannung des Ableiters[2] und nur bei homogenem Feld gleich dieser. Die Hochfrequenz-Ansprechspannung wurde in Anlehnung an die höchste vorkommende Flugzeugsenderspannung für den untersuchten Ableiter zu 8 kV_m (Scheitelwert) bei einer Frequenz von 333 kHz (= 900 m-Luftfahrtwelle) gewählt.

Die rechte Grenze des Ableiter-Arbeitsbereiches ergibt sich bei Stoßbeanspruchungen, zu denen auch die außerordentlich rasch ansteigenden Gewitterüberspannungen zählen. Welchen zeitlichen Verlauf die bei Entladungen über das Flugzeug auftretenden Überspannungen haben, ist unbekannt und wird auch wohl kaum zu messen sein. Es bestehen aber eine ganze Reihe von Untersuchungen, die sich mit den Gewitterüberspannungen auf Hochspannungsleitungen befassen [3 ··· 7], und es ist anzunehmen, daß die Entladungen, welche über Flugzeugteile gehen, ähnlichen Charakter haben, wenn sie sich auch meist mit geringeren Energien und niedrigeren Spannungen abspielen. Auf Grund dieser aus der Starkstromtechnik bekannten Zahlen wurde zur Nachahmung der Gewitterbeanspruchung im Flugzeug als Spannungsanstieg der untere Teil einer Kondensator-Aufladekurve mit einer Steilheit von 1 ··· 10 kV/µs gewählt (Schaltung

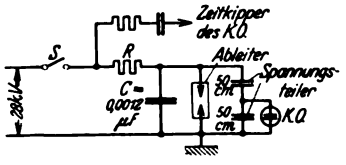
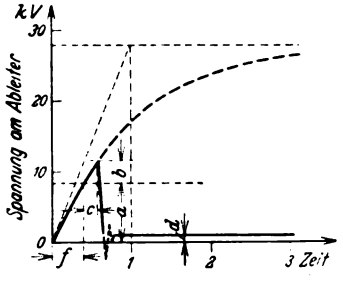


Abb. 3. Erzeugung einer stoßartigen Ableiterbeanspruchung.

Abb. 3). Die Steilheit des Spannungsanstieges wurde nach Abb. 4 definiert. Die Angabe der Steilheit nach den Leitsätzen für die Bewertung und Prüfung von Überspannungschutzgeräten des VDE [7] ist in diesem Fall nicht möglich. Die Höhe des Spannungstoßes lag mit etwa 28 kV_m hinreichend über der Ansprechspannung der in Frage kommenden Ableiter.



a Hochfrequenz-Ansprechspannung
b Überspannung
c Ansprechverzögerung
d Restspannung
a/f Steilheit des Spannungsanstieges in kV/µs

Abb. 4. Spannungsbeanspruchung des Ableiters.

Mit der Schaltung Abb. 3 wurde das Verhalten des Ableiters bei diesen Beanspruchungen untersucht und der Spannungsverlauf mit einem in der DVL gebauten Kathodenstrahl-Oszillographen (KO.) aufgezeichnet. Nach Einlegen des Schalters S wird der Kondensator C über R aufgeladen: die Spannung an C und damit auch am Ableiter steigt nach einer e-Funktion an. Im unteren Teil der Aufladekurve spricht der Ableiter an. Sofort mit dem Einlegen des Schalters S wurde der Zeitkipper des KO. [8] angestoßen, der die Zeitablenkung des KO. so rasch in Gang bringt, daß der wesentliche Teil des Spannungsanstieges noch aufgenommen wird (Abb. 5). Der vor den KO. geschaltete kapazitive Spannungsteiler wurde durch besondere Versuche geeicht.

Die Ableiterprüfung mit dieser Aufladeschaltung hat den Vorteil, daß die Spannung nach einer einfach definierten Funktion (im Arbeitsbereich des Ableiters) angenähert linear ansteigt.

Die mit dieser Schaltung gewonnenen Ergebnisse sind in Abb. 6 eingetragen. Die schraffierten Gebiete wurden anläßlich einer früheren Untersuchung [2] an Luftfunkenstrecken mit homogenem Feld festgestellt. Die für den Ableiter (Abb. 2) ohne Benutzung der Ionisationsspitzen ermittelten Ansprechspannungen sind als Kreuze eingetragen. Sie fallen gut in die früher bestimmte Fläche hinein. Das Feld zwischen den Elektroden des Ableiters Abb. 2 ist angenähert homogen, so daß der Durchschlag immer in der Mitte erfolgte, jedoch nicht homogen genug, um einen kleinen Unterschied zwischen der statischen und der Hochfrequenz-Ansprechspannung zu vermeiden (Abb. 6).

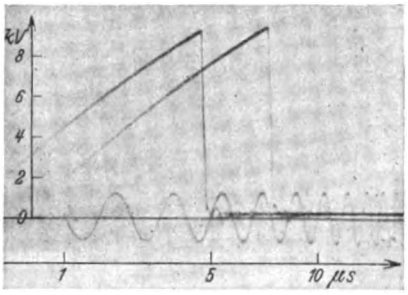
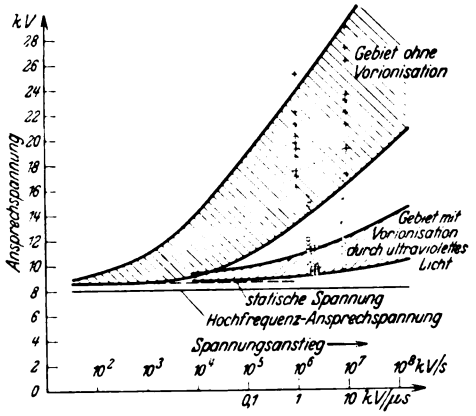


Abb. 5. 2 Durchschläge am vorionisierten DVL-Überspannungsableiter bei einem Spannungsanstieg von etwa 2 kV/µs. Schwingung von 625 kHz (480 m) zur Zeiteichung.

Die Wirkungsweise der Ionisationsspitzen war so gedacht, daß diese während des Arbeitens des Senders infolge des über die Isolation fließenden Stromes glimmen und hierdurch die Hauptfunkenstrecke dauernd stark ionisieren sollten, so daß der Ableiter beim Betrieb des Senders schon bei Überspannungen anspricht, die in dem unteren schraffierten Bereich der Abb. 6 liegen.



\+ ohne Vorionisation o mit Vorionisation durch Spitzen

Abb. 6. DVL-Überspannungsableiter. Ansprechspannung in Abhängigkeit von der Steilheit des Spannungsanstieges.

Bei Beanspruchung des Ableiters mit Ionisationsspitzen ohne Sender wurden die in Abb. 6 eingetragenen Kreise gemessen, die zum Teil in der Fläche mit Vorionisation liegen, jedenfalls aber durchweg tiefer als die Ansprechspannungen ohne Vorionisation. Ein Einfluß der Polarität des Spannungstoßes wurde nicht festgestellt. Die Messungen erfolgten in Abständen von mindestens 1 min, nachdem durch Durchblasen die Luft im Ableiter erneuert war. Ionisationsrückstände vom vorhergehenden Durchschlag können also kaum die Ursache zu dieser wesentlichen Herabsetzung der Ansprechspannung sein. Vielmehr scheinen die Spitzen schon in den Anfängen des Spannungsanstieges mit Glimmen zu beginnen und hierdurch die Hauptfunkenstrecke vorzuionisieren.

Diese einfache und wirksame Art der Vorionisation kann mit Erfolg auch in der Starkstromtechnik angewandt werden, um die Ansprechüberspannung bei Stoß herabzusetzen.

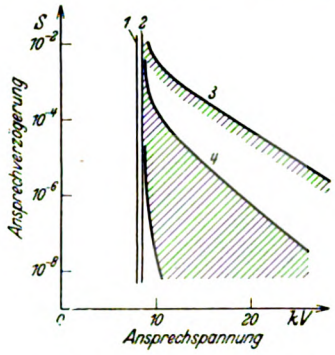
Berechnet man aus den Meßpunkten der Abb. 6 die zugehörigen Ansprechverzögerungen (Definition siehe Abb. 4) und trägt man die Verzögerungen in Abhängigkeit von der Ansprechspannung auf, so erhält man den gesuchten Arbeitsbereich des Ableiters Abb. 7. Man sieht, daß die Fläche mit Vorionisation die größeren Aussichten hat, sich in den zur Verfügung stehenden Bereich der Abb. 1 einpassen zu lassen.

Die obere Grenze des Bereiches in Abb. 1, die Überschlagspannung des Senders bei Stoß, ist nicht bekannt. Um sie festzustellen, müßten Sender mit Stoßspannungen

[2] Unter statischer Spannung versteht man die Gleichspannung, bei der die Funkenstrecke bei unendlich langsamer (praktisch genügend langsamer) Spannungssteigerung durchschlägt.

Digitized by Google

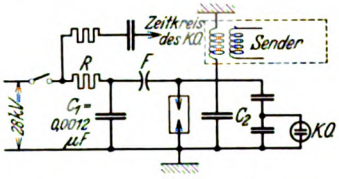
beansprucht werden, was sicherlich zu ernstlichen Beschädigungen einiger Sender führen würde. Es wurde daher ein weniger Aufschluß gebendes, aber für den Sender schonenderes Verfahren gewählt und dem Sender bei den Stoßbeanspruchungen von vornherein ein Ableiter



1 Hochfrequenz-Ansprechspannung
2 statische Spannung
3 obere Grenze ohne Vorionisation
4 obere Grenze mit Vorionisation durch Spitzen

Abb. 7. Arbeitsbereich des DVL-Überspannungsableiters.

vorgeschaltet (Abb. 8). Man kann dann zwar nicht mehr die Senderüberschlags-Kennlinie bei Stoß feststellen, wohl aber ermitteln, ob der Ableiter immer zuverlässig anspricht, bevor ein Senderüberschlag eintritt. Die Schaltung ist ähnlich der in Abb. 3 dargestellten. Die Funkenstrecke F (Abb. 8) ist so eingestellt, daß sie von der Sen-



F Kugelfunkenstrecke
C_2 200 cm-Ersatzantenne

Abb. 8. Beanspruchung eines durch einen Ableiter geschützten Senders

derspannung, die in diesem Fall aus versuchstechnischen Gründen auf 3,6 kV_m herabgesetzt ist, nicht durchschlagen wird. Nach genügender Spannungsteigerung am Kondensator C_1 schlägt F über; C_2 wird ohne merkliche Verzögerung aufgeladen, und die Spannung an C_1 und C_2 steigt gemeinsam weiter bis zum Überschlag. Abb. 9 zeigt

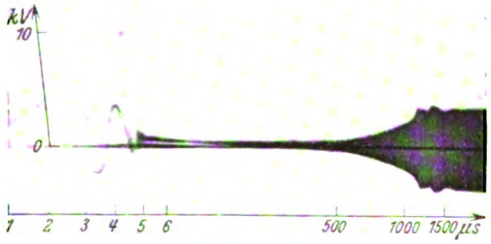
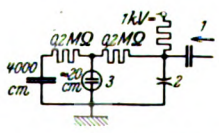


Abb. 9. Vorionisierter DVL-Überspannungsableiter mit schwingendem Sender bei Stoßbeanspruchung mit Schaltung Abb. 8.

das Arbeiten des vorionisierten Ableiters zusammen mit dem schwingenden Sender. Der Ableiter zündet bei 10 kV, die Spannung bricht zusammen, am Ableiter bildet sich eine lichtbogenähnliche Entladung. Nachdem die Energie des Überspannungstoßes im Lichtbogen vernichtet ist, erlischt dieser und der Sender beginnt wieder zu schwingen. Durch starke Zusammendrängung des Zeitmaßstabes am Ende des Oszillogramms ist dieser ganze Vorgang in allen wesentlichen Einzelheiten zu verfolgen. Erreicht wurde dies durch die Zeitkreisschaltung Abb. 10, die an



1 Stoß zur Ingangsetzung des Zeitkreises
2 Schaltfunkenstrecke
3 Zeitablenkplatten des KO.

Abb. 10. KO.-Zeitkreis zur Erzielung des Zeitmaßstabes der Abb. 9.

den Zeitplatten des KO. den Spannungsverlauf der Abb. 11 liefert [9]. Wiederholte Versuche dieser Art zeigten, daß der Ableiter zuverlässig anspricht, bevor ein Überschlag im Sender eintritt. Bedingung 1 und 2 sind damit erfüllt.

Die Kapazität des Ableiters beträgt etwa 1,5 cm, seine Stromaufnahme einschließlich des Glimmstromes für die Vorionisation 1,5 % des Antennenstromes, ist also tragbar. Auch bei Flügen in größeren Höhen wird von dem Ableiter die Bedingung 1 noch erfüllt, da die Durchschlagkennlinien des Senders und des Ableiters (Abb. 1) sich mit abnehmendem Luftdruck im gleichen Verhältnis verschieben.

3. Versuche mit anderen Ableitern.

Ableiter, die mit Entladungstrecken in verdünnten Gasen arbeiten (Glimmstreckenableiter), lassen bei derselben Hochfrequenz-Ansprechspannung höhere Zündspannungen bei Stoß und damit größere Ansprechverzögerungen erwarten [2]. Außerdem ist bei ihnen die Restspannung nach dem Spannungszusammenbruch größer (Glimmspannung statt Lichtbogenspannung, Abb. 12). Die Versuche mit einem solchen Ableiter zeigten, daß sich sein Arbeitsgebiet nicht mehr in die zur Verfügung stehende Fläche der Abb. 1 einpassen läßt: bei gleichzeitiger Stoßbeanspruchung von Ableiter und Sender kam es häufig zu einem Überschlag im Sender. Die Entladung erlosch auch bei diesem Ableiter selbsttätig. Als Vorteil besitzt er eine kleinere Kapazität und eine geringere Stromaufnahme im Betrieb. Seine Durchschlagkennlinie wird durch die Flughöhe nicht beeinflußt, so daß es ihm in größeren Höhen noch weniger möglich ist, sich den Überschlagseigenschaften des Senders anzupassen.

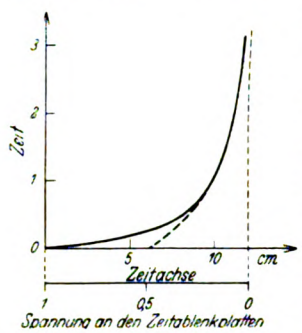


Abb. 11. Zeitachse des KO. bei Schaltung Abb. 10 (nicht maßstäblich). (Überlagerung von 2 Kondensator-Entladekurven.)

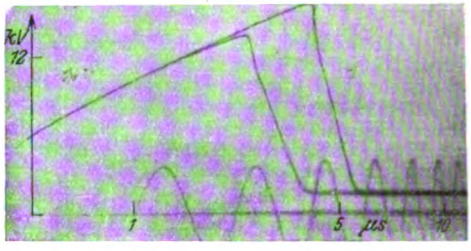


Abb. 12. Glimmstreckenableiter bei einem Spannungsanstieg von 1,5 kV/µs. Man beachte im Vergleich zu Abb. 5 die höhere Ansprechspannung (bei gleicher Hochfrequenz-Ansprechspannung), den langsameren Spannungszusammenbruch und die höhere Restspannung.

Ableiter, deren Entladungstrecke unter Überdruck steht, lassen bei gleicher Hochfrequenz-Ansprechspannung bei Stoß noch geringere Ansprechüberspannungen und -verzögerungen erwarten als solche, die bei normalem Luftdruck arbeiten. Sie würden sich also in bezug auf Bedingung 1 günstig verhalten. Ebenso dürften sie die Bedingungen 2 und 3 ohne Schwierigkeit erfüllen. Leider besitzen sie aber bei sich ändernder Flughöhe denselben Nachteil wie der Glimmstreckenableiter: ihre Überschlagkennlinie bleibt unverändert, während die des Senders sich verschiebt. Es dürfte außerdem schwierig sein, solche Ableiter genügend zerknallsicher zu bauen.

Schrifttum.

1. H. Koppe, Von den Gefahren des Luftmeeres. Z. Flugtechn. Motorluftsch. Bd. 20, S. 367 (1929); dort auf S. 369/373: Blitzgefahr. v. Carganico, Stellungnahme zu obiger Abhandlung. Z. Flugtechn. Motorluftsch. Bd. 20, S. 529 (1929).
2. H. Viehmann, Der Stoßdurchschlag der Luft nach Untersuchungen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen. Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 253 (1931).
3. P. Sporn u. W. L. Lloyd, Lightning investigation on 132 kV system of the Ohio Power Company. J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 49, S. 259 (1930).
4. N. N. Smeloff u. A. L. Price, Lightning investigation on 220 kV system. J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 49, S. 771 (1930).
5. B. F. J. Schonland u. T. E. Allibone, Branching of lightning. Nature, Lond., Bd. 128, S. 794 u. 969 (1931).
6. W. Schilling, Zur Frage der elektrischen Stoßprüfung vom Standpunkt der Gewitterüberspannungen. ETZ 1931, S. 1591.
7. Leitsätze für die Bewertung und Prüfung von Überspannungsschutzgeräten für Starkstromanlagen L.P.Ü./1934. Entwurf 1. ETZ 1933, S. 115.
8. W. Rogowski u. O. Wolff, Ein Zeitkipper für den Kathoden-Oszillographen. Arch. Elektrotechn. Bd. 21, S. 645 (1929).
9. W. Krug, Eine Sprungschaltung für Sperr- und Zeitkreise für Kathodenstrahl-Oszillographen. ETZ 1930, S. 605.

Digitized by Google

Die Oberwellen der Gleichspannung und des primären Netzstromes in Gleichrichteranlagen.

Von Dr. H. Meyer-Delius, Heidelberg.

Übersicht. Die Oberwellen der Gleichspannung und des primären Netzstromes in Gleichrichteranlagen werden in verschiedene Gruppen eingeteilt und ihre Beeinflussung durch Oberwellen der Netzspannung untersucht.

Die Abweichungen der Kurvenform der Gleichspannung von der vollkommenen Konstanz und des dem Drehstromnetz entnommenen Stromes von der reinen Sinusform werden als Oberwellen aufgefaßt, die in Gleichrichteranlagen unvermeidbar sind. Wenn sich auch diese Oberwellen bisher nur in wenigen besonders gelagerten Ausnahmefällen störend bemerkbar gemacht haben, so ist doch bei der sprunghaften Verbreitung des Gleichrichters in den letzten Jahren die nähere Kenntnis dieser Oberwellen wünschenswert, um gelegentlich in dieser Richtung auftretende Fragen erschöpfend beantworten zu können[1].

Der Übersichtlichkeit halber setzen wir zunächst voraus, daß der Gleichstrom völlig geglättet, der Gleichrichter-Transformator streuungslos, sein Magnetisierungsstrom vernachlässigbar klein sei und die Netzspannung reine Sinusform habe. Die durch diese Annahmen entstehenden Fehler sollen später richtiggestellt werden.

1. Größe der Oberwellen.

Allgemein steht unter diesen Annahmen die Größe der Oberwellen des Primärstromes I_n in einem einfachen Verhältnis zur Grundwelle I_0, $I_n/I_0 = 1/n$, wenn n die Ordnungszahl der betreffenden Oberwelle ist. So ist die Amplitude der 5. Oberwelle gleich $^1/_5$, die der 7. gleich $^1/_7$ der Amplitude der Grundwelle usw. (siehe die erste Spalte der Zahlentafel 1).

Zahlentafel 1. Oberwellen der Gleichrichteranlagen bei oberwellenfreier Netzspannung und streuungslosem Gleichrichter-Transformator.

1. Oberwellen des Netzstromes in Prozent der Grundwelle.
2. Effektivwerte der Oberwellen auf der Gleichspannungsseite in Prozent der Gleichspannung.

Frequenz	1. Netzstrom	2. Gleichspannung
$n \cdot 50$	$\frac{I_n}{I_0} \cdot 100\,\% = \frac{1}{n} \cdot 100\,\%$	$\frac{U_n}{U_g} \cdot 100\,\% = \left(\frac{\sqrt{2}}{n^2-1}\right) \cdot 100\,\%$
5	20,0	
6		4,04
7	14,29	
11	9,11	
12		0,99
13	7,69	
17	5,88	
18		0,44
19	5,26	
23	4,35	
24		0,25
25	4,00	

Obwohl die Anteile der 5. und 7. Oberwelle verhältnismäßig hoch erscheinen, ist der Gesamteffektivwert nur wenige Prozente größer als bei reiner Sinusform des Stromes, so daß sich die Verzerrung vom Standpunkt der stromliefernden Werke als belanglos erwiesen hat.

Der Effektivwert der n-ten Oberwelle auf der Gleichstromseite U_n im Verhältnis zur Gleichspannung U_g ist gegeben durch den Ausdruck $\frac{U_n}{U_g} = \frac{\sqrt{2}}{n^2-1}$, siehe die zweite Spalte der Zahlentafel 1. Diese Welligkeit ist so gering, daß sie allen Anforderungen der Starkstromtechnik genügt. Sie hat jedoch in Bahnanlagen gelegentlich zu Fernsprechstörungen geführt, da die dem Gleichstrom überlagerten kleinen Wellenströme in unsymmetrischen Fernsprechleitungen bei ungünstigen Bedingungen Störgeräusche induzieren können.

2. Einteilung der Oberwellen.

Die Oberwellen der Gleichspannung und des Netzstromes stehen in bestimmter Beziehung zueinander; man kann sie, wie Zahlentafel 2 zeigt, in verschiedene Gruppen einteilen. Die Sechsphasenschaltungen enthalten sowohl in der Gleichspannung als auch in dem Netzstrom sämtliche Oberharmonische der Tafel, also in der Gleichspannung die 6., 12., 18., 24. usw. und im Netzstrom die 5., 7., 11., 13., 17., 19. usw.

Zahlentafel 2. Gruppeneinteilung der Oberwellen von Gleichrichteranlagen.

Die Gleichspannungs-Oberwellen und die primären Oberwellen sind in Vielfachen der Netzfrequenz angegeben. Unter „relativer Verlagerung" ist die Verlagerung der Oberwellen relativ zur Grundwelle der Netzfrequenz im Winkelmaßstab der betreffenden Oberwelle verstanden, wenn die Grundwelle durch Phasenkombinationen um $\alpha°$ gegen die Netzspannung verschoben wird.

6er-Gruppe	Ordnungszahl	1	2	3	4	5	6	7	8
	Gleichspann.-Oberwellen	6		18		30		42	usw.
	primäre Oberwellen	5 7		17 19		29 31		41 43	
	relative Verlagerung	6 α		18 α		30 α		42 α	
12er-Gruppe	Ordnungszahl		1		2		3		4
	Gleichspann.-Oberwellen		12				36		
	primäre Oberwellen		11 13				35 37		
	relative Verlagerung		12 α				36 α		
24er-Gruppe	Ordnungszahl				1				2
	Gleichspann.-Oberwellen				24				usw.
	primäre Oberwellen				23 25				
	relative Verlagerung				24 α				
48er-Gruppe	Ordnungszahl								1
	Gleichspann.-Oberwellen								48
	primäre Oberwellen								47 49
	relative Verlagerung								48 α

Jede Gruppe hat gewisse Eigentümlichkeiten, die in der Verlagerung der Oberwellen auf ihrer Grundwelle bei Phasenkombination bestehen. Z. B. bewirkt der Übergang von der Dreieckschaltung zur Sternschaltung eine Verschiebung der Grundwelle der Ströme um 30 °. Aus Abb. 1 ist zu ersehen, wie sich dabei eine 5. Oberwelle auf ihrer

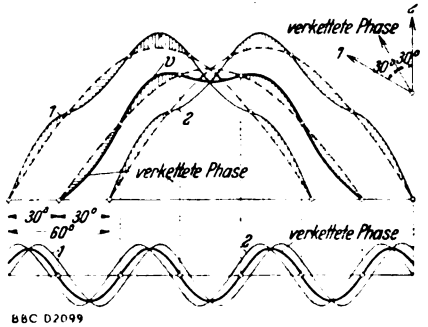


Abb. 1. Verlagerung der 5. Oberwelle um 180 ° bei 30 °-Verschiebung der Grundwelle durch Phasenverkettung.

Grundwelle verlagert. Wurden die Ströme der Phasen *1* und *2* durch die 5. Oberwelle zugespitzt, so erhält der verkettete, um 30 ° phasenverschobene Strom v eine abgeflachte Form. Die Verschiebung der Phase der Grundwelle ist in der Zahlentafel 2 mit α ° bezeichnet. Die Verlagerung der Oberwellen der 6er-Gruppe relativ zu ihrer Grundwelle beträgt nach Zahlentafel 2: 6 α, 18 α usw.; für $\alpha = 30$ ° wird $6\,\alpha = 180$ °, also wird in unserem Beispiel der Abb. 1 die 5. Oberwelle der Phasenströme *1* und *2* im verketteten Strom v um 180 ° relativ zur Grundwelle verlagert. Dadurch entsteht die Verschiedenheit der Form des verketteten Stromes und der Phasenströme.

Bei einem Übergang von Dreieck- auf Sternschaltung werden die Grundwellen auch der Anodenspannungen um $\alpha = 30$ ° zeitlich verschoben. Dadurch werden auch die Oberwellen der 6er-Gruppe auf der Gleichspannungsseite

[1] S. a. Jungmichl, ETZ 1931, S. 171. Geise u. Plathner, ETZ 1931, S. 537.

Digitized by Google

zeitlich verlagert. Die 6. Oberwelle hat nämlich eine Ausdehnung von $360/6 = 60°$, so daß die Phasenverschiebung von $\alpha = 30°$ für die 6. Oberwelle und ihre ungeraden Harmonischen (die 6er-Gruppe) 180° zeitliche Verlagerung bedeutet. Die Oberwellen der höheren Gruppen, also der 12er- und der 24er-Gruppe usw. behalten bei Übergang von Dreieck- auf Sternschaltung ($\alpha = 30°$) ihre Lage bei, da sie die geraden Vielfachen der 6. Oberwelle enthalten. Aus Zahlentafel 2 entnehmen wir für die 12er-Gruppe eine relative Verlagerung von $12\,\alpha$ usw. Für $\alpha = 30°$ wird $12\,\alpha = 12 \cdot 30 = 360°$.

Abb. 2 zeigt den Netzstrom und die Gleichspannung bei den Sechsphasenschaltungen. Die Gleichspannung behält bei allen möglichen Schaltungen immer die gleiche Form bei, eine Sinuskuppe von 60° Breite, da in Sechsphasenschaltungen alle 60° eine neue Anode zündet und eine andere verlöscht. Dementsprechend wird der Netzstrom aus einzelnen Treppenstufen von 60° Breite gebildet.

Die Höhen der Treppen sind, wie leicht einzusehen, nach dem Sinusgesetz abgestuft[2]. Je nach der inneren Schaltung der Gleichrichter-Transformatoren nimmt der Netzstrom entweder Form *I* oder Form *II* an (Abb. 2).

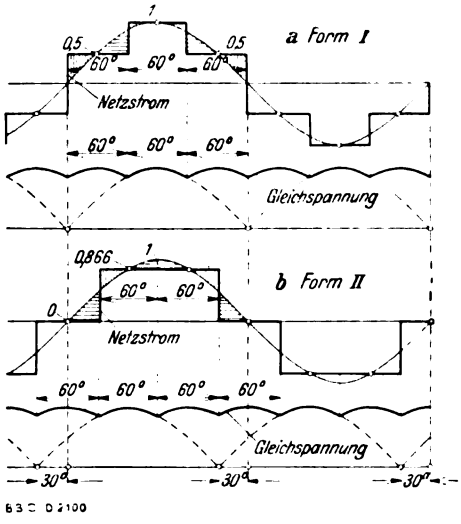


Abb. 2. Sechsphasenschaltungen.

Beide Formen sind in bezug auf die Größe der Oberwellen (schraffiert) völlig gleichwertig, unterscheiden sich lediglich durch die Lage derselben bzw. der Treppenstufen auf der Sinuslinie. Bei Form *II* sind die Anodenspannungen um $\alpha = 30°$ gegen die Netzspannung versetzt, wie dieses z. B. durch Übergang von der Dreieckschaltung der Primärwicklung des Gleichrichter-Transformators zur Sternschaltung bewirkt werden kann (Abb. 3). Wie wir vorher sahen, verlagern sich als Folge davon alle Oberwellen der 6er-Gruppe auf ihrer Grundwelle um 180°, während alle anderen Oberwellen der 12er-, der 24er- usw. Gruppe ihre Lage auf der Grundwelle beibehalten. Der Unterschied der primären Stromformen *I* und *II* der Abb. 2 besteht also darin, daß nur die Oberwellen der 6er-Gruppe, also die 5., 7., 17., 19. usw., gerade um 180° auf ihrer Grundwelle verlagert sind. Beginnt beispielsweise die 5. Oberwelle der Form *I* am Anfang der Grundwelle mit einer positiven Halbwelle, so beginnt sie bei Form *II* mit einer negativen (siehe die schraffierten Flächen der Abb. 2).

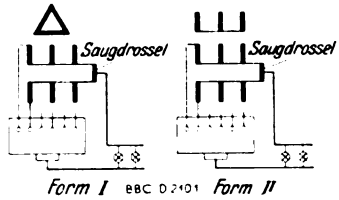


Abb. 3. Sechsphasenschaltungen für verschiedene Netzstromformen.

Auch die Welligkeit der Gleichspannungen der beiden Schaltungen der Abb. 2 unterscheidet sich dadurch, daß nur die Oberwellen der 6er-Gruppe, also die 6., 18., 30. usw. Oberwelle um 180° zeitlich verlagert sind, während die Oberwellen der höheren Gruppen, also die 12., 24., 36. usw. Oberwelle ihre zeitliche Lage beibehalten haben.

[2] Die Sinuslinie, die durch die Mitten der Treppenstufen geht, hat den gleichen Effektivwert wie die Treppe selbst und ist nicht zu verwechseln mit der Grundsinuswelle, die um $\left(1 - \frac{3}{\pi}\right) = 4{,}5\%$ kleiner als die Treppensinuswelle ist.

Schalten wir die beiden Gleichrichter der Abb. 3 parallel an dasselbe Drehstromnetz, so heben sich im Gesamtnetzstrom die Oberwellen der 6er-Gruppe heraus, da sie 180° gegeneinander versetzt sind. Werden die Gleichrichter auch auf der Gleichstromseite parallel geschaltet, so fallen auch dort die Oberwellen der 6er-Gruppe heraus. Wir haben eine Zwölfphasenschaltung

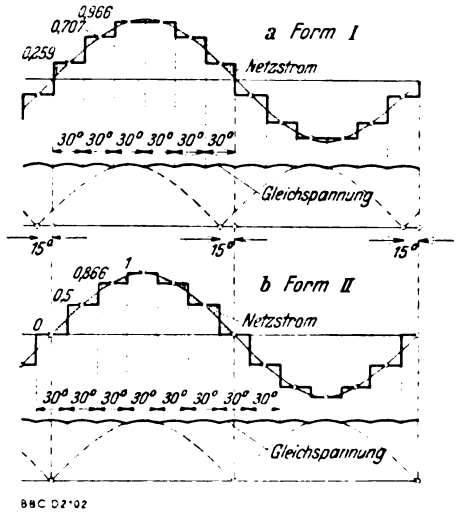


Abb. 4. Zwölfphasenschaltungen.

vor uns (Abb. 4), die ja aus 2 um 30° gegeneinander versetzten Sechsphasensystemen gebildet wird. In den Zwölfphasenschaltungen fehlen also bei oberwellenfreier Netzspannung in der Gleichspannung und im Netzstrom die Oberwellen der 6er-Gruppe. Bei Vierundzwanzig-Phasenschaltungen würde auch noch die 12er-Gruppe fortfallen usw.

Die 12er-Gruppe verändert, wie wir sahen, beim Übergang von Dreieck- auf Sternschaltung, also $\alpha = 30°$, ihre relative Lage auf der Grundwelle nicht. Hingegen werden bei einer Verschiebung der Grundwelle des Stromes von $\alpha = 15°$, wie dieses z. B. durch Übergang von der Schaltung der Abb. 5 b zur Schaltung der Abb. 5 a bewirkt wird, die Oberwellen der 12er-Gruppe um 180° relativ zur Grundwelle verlagert, $12\,\alpha = 12 \cdot 15° = 180°$ usw. (Zahlentafel 2). So beginnt beispielsweise die 11. Stromoberwelle der Form *I* am Anfang der Grundwelle mit einer positiven Halbwelle, während sie bei Form *II* mit einer negativen Halbwelle einsetzt (siehe die schraffierten Flächen der Abb. 4). Daraus erklärt sich die Formänderung des Netzstromes beim Übergang von Form *II* auf Form *I* der Abb. 4, die wieder Hand in Hand geht mit der Verlagerung der Oberwellen der 12er-Gruppe auf der Gleichspannungsseite. Alle Oberwellen der höheren Gruppen, also der 24er- und 48er-Gruppe usw., behalten ihre Lage relativ zur Grundwelle bei.

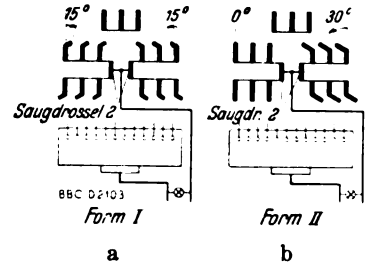


Abb. 5. Zwölfphasenschaltungen für verschiedene Netzstromformen.

Wir sehen, wie die Oberwellen einer Gruppe auf der Drehstrom- und Gleichspannungseite in Phase und Größe starr zusammenhängen. Veränderungen gehen nur gemeinsam vor sich. Verlagern sich die Stromoberwellen einer Gruppe primärseitig, so folgen die Oberwellen derselben Gruppe um den gleichen relativen Zeitwinkel auf der Gleichspannungseite; verschwinden die Oberwellen einer Gruppe auf einer Seite, z. B. auf der Gleichspannungseite, so verschwinden die Oberwellen derselben Gruppe auch im Netzstrom und umgekehrt.

3. Einfluß der Oberwellen der Netzspannung.

Bei sinusförmiger Netzspannung hat keine der Stromoberwellen irgendeine Beziehung zur Netzspannung, da sie von anderer Frequenz sind. Sie haben keinen Anteil an der Energieübertragung und irren in den primären Leitungen und Apparaten lediglich als untätige Arbeitslose herum. Diese Verhältnisse werden jedoch

Digitized by Google

grundlegend verändert, wenn auch der Netzspannung Oberwellen überlagert sind. Dieses ist in praktischen Drehstromnetzen stets der Fall. 5. Harmonische von 5 und mehr Prozent in der Netzspannung sind keine Seltenheit.

a) Sechsphasenschaltungen.

Bei den Sechsphasenschaltungen vermögen die Netzspannungs-Oberwellen keinerlei Einfluß auf die Kurvenform des Netzstromes der Gleichrichteranlage auszuüben, da die Zündpunkte der Anoden ihren regelmäßigen Abstand von 60° bei allen Lagen der Oberwellen beibehalten. Die 6 Phasenspannungen bleiben symmetrisch, solange die 3 Netzphasen symmetrisch sind, was im allgemeinen auch praktisch zutrifft. Die Netzströme behalten also grundsätzlich die gleichen Formen der Abb. 2 bei. Ist aber z. B. eine Netzspannungs-Oberwelle fünffacher Frequenz vorhanden, die phasengleich mit der 5. Stromoberwelle ist (Abb. 6a), so tritt diese Stromoberwelle aus ihrer Untätigkeit heraus, indem sie nunmehr in der 5. Netzspannungs-Oberwelle einen Arbeitgeber findet und Wattleistung aus dem Netz entnimmt; sie bekommt somit aktiven Anteil an der Energieübertragung auf die Gleichstromseite. Die Netzspannungs-Oberwelle habe eine Amplitude von p_n% der Grundwelle der Netzspannung. Da die Stromoberwelle eine Amplitude von $1/n$ der Amplitude der Grundwelle des Netzstromes hat, wie wir oben zeigten, so liefert diese Oberwelle jetzt eine Energie von p_n/n % der Gleichstromleistung in das Gleichstromnetz. Da die Ströme durch die Spannungsoberwelle nicht beeinflußt werden und daher unverändert geblieben sind, muß sich die Gleichspannung um p_n/n % erhöht haben.

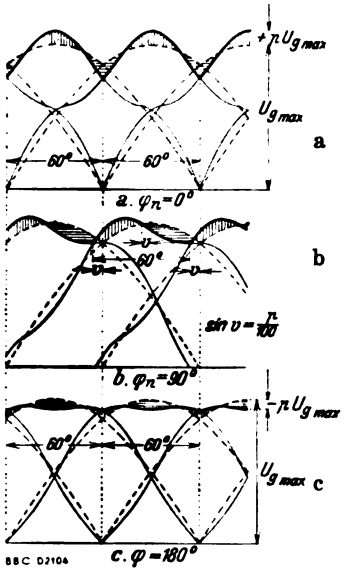


Abb. 6. Übertragung einer 5. Oberwelle (p %) der Netzspannung auf die Gleichspannung bei verschiedener Lage der Oberwelle auf der Anodenspannung ($\varphi_n = 0°, 90°, 180°$).

Da wir zu diesem Ergebnis nur durch das Gesetz der Erhaltung der Energie gekommen sind, hat es allgemein Geltung für alle überhaupt möglichen Schaltungen und lautet:

Bei allen Schaltungen erhöht eine n-te Netzspannungs-Oberwelle von der der Phasenzahl gleichen oder einer höheren Ordnungsgruppe bei einer Amplitude von p_n % die Gleichspannung um p_n/n % ohne Formänderung des Stromes, wenn die Netzspannungs-Oberwelle mit der frequenzgleichen Netzstrom-Oberwelle phasengleich ist.

Hat die Netzspannungs-Oberwelle eine Phasenverschiebung φ_n° gegen die frequenzgleiche Stromoberwelle, so wird die Gleichspannungsänderung $p_n/n \cdot \cos \varphi_n$ %. Die Gleichspannungsänderung wird also gleich Null, wenn $\varphi_n = 90°$ ist (Abb. 6b)[3]. Dann geht die Netzspannungs-Oberwelle etwa in der Mitte der Sinuskuppe der Gleichspannung durch Null. Bei $\varphi_n = 180°$ erniedrigt sich die Gleichspannung um p_n/n % (Abb. 6c).

Aus der Abb. 6 kann man ersehen, daß die Welligkeit auf der Gleichstromseite durch eine 5. Netzharmonische je nach ihrer relativen Lage (φ_n) stark verändert wird. Die Netzspannungs-Oberharmonischen übertragen sich nämlich auf die Gleichspannung größenordnungsmäßig in ihrem Maximalwert mit demselben Prozentsatz zur maximalen Gleichspannung, in dem sie in der Grundwelle der Netzspannung enthalten sind, und erscheinen in der Gleichspannung hauptsächlich als ihre verwandte Oberwelle. Die Verwandtschaft kann aus der Zahlentafel 2 entnommen werden, z. B. die 5. und 7. Netzspannungs-Oberwelle hauptsächlich als 6. Oberwelle, die 11. und 13. hauptsächlich als 12. Oberwelle usw. Sie überlagern sich den natürlichen, auch bei sinusförmiger Netzspannung vorhandenen Oberwellen und vergrößern sie bei $\varphi_n = 0°$ (Abb. 6a), verkleinern sie bei $\varphi_n = 180°$ (Abb. 6c). In dieser Lage bringt eine 5. Netzspannungsharmonische von 6,3 % die natürliche 6. Oberwelle von 4,04 % völlig zum Verschwinden. Von der 7. Netzspannungsharmonischen genügt hierfür schon eine solche von 5,3 % der Grundwelle. Da man die Lage einer Oberwelle durch geeignete Wahl von Phasenkombinationen (α°) auf dem Gleichrichtertransformator beliebig verschieben kann, so könnte man diesen Umstand dazu ausnutzen, die Welligkeit der Gleichspannung zu verkleinern. Jedoch ist leider die Lage der Oberwellen auf der Netzspannung keine gleichbleibende, sondern ändert sich je nach dem Belastungszustand des Netzes, so daß man praktisch von dieser Möglichkeit keinen Gebrauch machen kann.

b) Zwölfphasenschaltungen.

1. Einfluß auf die Oberwellen des Primärstromes. — Bei den Zwölfphasenschaltungen entsprechen die Oberwellen der 12er-Gruppe denen der 6er Gruppe bei Sechsphasenschaltungen. Für die Oberwellen der 12er-Gruppe und der höheren Gruppen gelten also dieselben Regeln, wie wir sie bei den Sechsphasenschaltungen abgeleitet haben. Diese Oberwellen in der Netzspannung können die Form des Netzstromes nicht verändern, erhöhen oder erniedrigen die Gleichspannung aber um $p_n/n \cdot \cos \varphi_n$ %.

Anders verhalten sich die Oberwellen der 6er-Gruppe in Zwölfphasenschaltungen, da sie hier an und für sich wesensfremd sind. In Abb. 7a ist angenommen, daß der Netzspannung eine 5. Oberwelle von 10 % überlagert ist in symmetrischer Mittellage auf der Grundwelle ($\varphi_n = 0$). Es entsteht die stark ausgezogene Kurve als Gleichspannung. Man erkennt, daß sich die Zündpunkte Z aus ihrer regelmäßigen Lage alle 30° bei oberwellenfreier Netzspannung unsymmetrisch verlagern, und zwar wird jeweils die höhere Spannungskuppe nach beiden Seiten um den Winkel ϱ° verbreitert und die niedrigere Kuppe nach beiden Seiten um den gleichen Winkel ϱ verschmälert. Dadurch werden die Treppenstufen des Stromes ungleich breit. Es wechselt immer eine breitere ($30° + 2\varrho$) mit einer schmäleren ($30° - 2\varrho$) ab (Abb. 7b). Die Unterschiede gegenüber der regelmäßigen Treppe bei oberwellenfreier Netzspannung sind darunter herausgezeichnet (Abb. 7c). Es handelt sich im wesentlichen um eine 5. und 7. Harmonische, erstere ist eingezeichnet. Sie ist gleichphasig mit der Netzspannungs-Oberwelle und entnimmt daher dem Drehstromnetz eine Leistung, die sich wie bei den Sechsphasenschaltungen in einer entsprechenden Erhöhung der Gleichspannung bemerkbar macht[4].

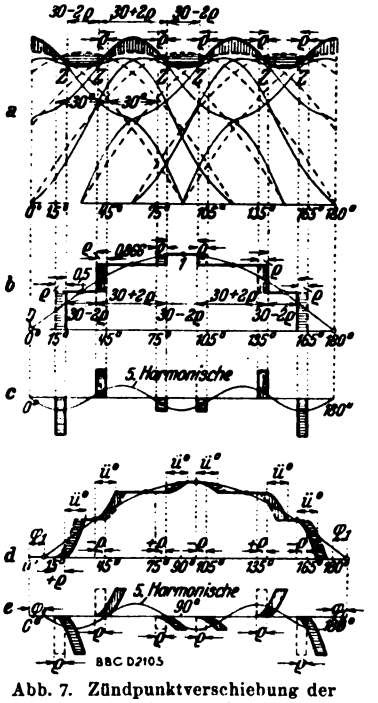


Abb. 7. Zündpunktverschiebung der Anoden (± ϱ°) durch 5. Oberwelle der Netzspannung.

In Abb. 8 sind in Abhängigkeit von der Zündpunktverschiebung ϱ° die 5. und 7. Stromoberwellen in Prozenten der Stromgrundwelle aufgetragen. Sie sind nur von

[3] Wohl verschieben sich dann zeitlich alle Gleichspannungs-Oberwellen und alle Anoden- und Primärströme ein wenig, aber symmetrisch, d. h. alle im gleichen Sinne und um einen gleichen kleinen Betrag v°. Dieser Winkel v° errechnet sich aus der Gleichung: $\sin v = \frac{p_n\,\%}{100}$. Der primäre $\cos \varphi$ wird daher $\cos \varphi = \cos v$. Nach dem Gesetz der Erhaltung der Energie senkt sich dabei die Gleichspannung von U_g auf $U_g \cos v$, wird also ein wenig kleiner. Dieser sekundäre Einfluß ist aber vernachlässigbar. Selbst bei einer großen Oberwelle in der Netzspannung von 10% ist v noch kleiner als 6° und die Senkung der Gleichspannung nur 0,5% [= (1 — cos v) . 100%].

[4] Die Gleichspannungsänderung beträgt $\pm \frac{\operatorname{tg} \varrho \operatorname{tg} (n\varrho)}{n} \cdot U_{\varrho\,max}$ ϱ ist der Zündpunktverschiebungswinkel, n die Ordnungszahl der Oberwelle, $U_{\varrho\,max}$ die Kuppenhöhe der Gleichspannung bei sinusförmiger Netzspannung.

Digitized by Google

der Zündpunktverschiebung abhängig, einerlei durch welche Spannungsoberwelle oder -wellen sie hervorgerufen sind. Für den Fall, daß nur jeweils eine einzige Spannungsoberwelle von p_n % bei mittlerer Lage auf den Anodenspannungen ($\varphi_n = 0$) vorhanden ist, sind die zu den Zündpunktverschiebungen gehörenden prozentualen Netzspannungs-Oberwellen p_5, p_7 gestrichelt eingezeichnet.

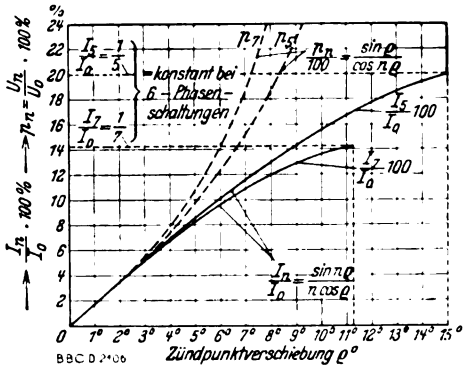


Abb. 8. 1) Abhängigkeit der 5. und 7. Netzstrom-Oberwelle von der Zündpunktverschiebung φ. 2) Abhängigkeit des φ von einer 5. oder 7. Netzspannungs-Oberwelle, wenn φ von einer derselben hervorgerufen wird.

Man erkennt, daß kleinere Prozentzahlen der Netzspannungs-Oberwellen etwa bis 5 % Stromoberwellen in gleicher prozentualer Größe hervorrufen. Z. B. entstehen bei einer 5. Spannungsoberwelle von 5 % bereits eine 5. und 7. Stromoberwelle von je rd. 5 %. Bei höheren Werten bleiben die Prozentzahlen der Stromoberwellen etwas zurück gegen diejenigen der Spannungsoberwellen. Z. B. erzeugt eine 5. Spannungsoberwelle von 10 % eine 5. Stromoberwelle von fast 9 %, eine gleich große 7. eine solche von etwa 8 %.

In Wirklichkeit sind immer mehrere Spannungsoberwellen zu gleicher Zeit vorhanden, die Zündpunktverschiebungen der einzelnen Oberwellen addieren sich dann zu einer gemeinsamen größeren Verschiebung, z. B. bewirkt bei $\varphi_n = 0$ eine 5. Spannungsoberwelle von 5 % mit einer 7. Oberwelle von 3 % die gleichen Stromoberwellen, wie eine alleinige 5. Spannungsoberwelle von fast 8 %[*5].

Die konstanten prozentualen Stromoberwellen der Sechsphasenschaltungen sind in Abb. 8 als waagerecht gestrichelte Geraden angedeutet. Über die wechselnde Größe und Lage der Spannungsoberwellen unserer Drehstromnetze ist bisher wenig veröffentlicht worden. Man erkennt jedoch aus den Kurven der Abbildung, daß man bei Übergang von Sechs- auf Zwölfphasenschaltungen bei mittlerer Lage der Oberwellen auf den Anodenspannungen je nach ihrer Größe nur mit einer Verkleinerung der Stromoberwellen der 6er-Gruppe auf etwa 30 ··· 50 % der Werte der Sechsphasenschaltungen rechnen kann. Die Stromoberwellen der höheren Gruppen, also der 12er-, 24er- usw. Gruppe behalten bei beiden Schaltungen ihre Größenordnung der Zahlentafel 1 bei, da die Netzspannungs-Oberwellen dieser Gruppen, wie wir oben zeigten, keinen Einfluß auf die Stromkurven auszuüben vermögen. Bei mittlerer Lage der Oberwellen auf den Anodenspannungen ($\varphi_n = 0$) vermindert sich also der Vorteil der Zwölfphasenschaltungen in bezug auf Verbesserung der primären Stromkurvenform stark bei den praktisch stets vorhandenen Spannungsoberwellen der 6er-Gruppe (5., 7. usw.).

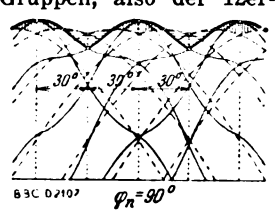


Abb. 9. Gleichspannung bei 5. Netzspannungs-Oberwelle in unsymmetrischer Lage ($\varphi_n = 90°$, $\varphi = 0$).

Stellte die Abb. 7 a die Gleichspannung einer Zwölfphasenschaltung dar, wie sie sich durch eine 5. Spannungsoberwelle in mittlerer Lage ($\varphi_n = 0$) ausbildet, so gibt Abb. 9 den Einfluß der gleichen Oberwelle auf die Gleichspannung, wenn die Oberwelle 90 ° auf der Anodenspannung verlagert ist ($\varphi_n = 90°$). Die Oberwelle geht auf dem Scheitelpunkt der Anodenspannung gerade durch 0. Die Höhe der Gleichspannung wird durch sie nicht verändert, da sich die positiven und negativen Spannungsflächen der Oberwellen im Mittel gerade aufheben. Die Spannungsoberwelle beteiligt sich daher an der Energieübertragung nicht. Eine Stromoberwelle der 5. Ordnungszahl tritt daher überhaupt nicht auf, eine Zündpunktverschiebung findet nicht statt ($\varphi = 0°$). Die Stromkurve bleibt symmetrisch, wie bei oberwellenfreier Netzspannung.

Allgemein können wir folgern: In Zwölfphasenschaltungen lösen Netzspannungs-Oberwellen der 6er-Gruppe keine zusätzlichen Stromoberwellen aus, wenn die Spannungsoberwellen im Scheitelpunkt der Anodenspannungen gerade durch Null gehen ($\varphi_n = 90°$). Auch dieser günstige Umstand läßt sich praktisch nicht ausnutzen, da die Netzspannungs-Oberwellen je nach dem Belastungszustand des Netzes ihre Lage beliebig verschieben und sich daher in dieser günstigsten Lage nicht festhalten lassen.

2. Einfluß auf die Welligkeit der Gleichspannung. — Die Netzspannungs-Oberwellen der 6er-Gruppe bringen in die Gleichspannung der Zwölfphasenschaltungen, deren kleinste Oberwelle bei oberwellenfreier Netzspannung die 12. Oberwelle ist, die 6. Oberwelle mit ihren ungeraden höheren Harmonischen hinein, d. h. die Spannungen der beiden um 30 ° versetzten Sechsphasensysteme der Zwölfphasenschaltungen werden unsymmetrisch (Abb. 7 a).

Wir erinnern uns, daß die Oberwellen der 6er-Gruppe die Eigenart haben, sich bei einer Verschiebung der Grundwelle um $\alpha = 30°$ auf der Grundwelle um 180 ° zu verlagern. Ein Zwölfphasensystem kann man sich aus zwei um 30 ° versetzten Sechsphasensystemen gebildet denken. In diesen beiden Sechsphasensystemen liegen also die Oberwellen der 6er-Gruppe um 180 ° verlagert. Hat die Netzspannung eine 5. Harmonische, die die Anodenspannung des einen Sechsphasensystemes zuspitzt, so wird die Anodenspannung des anderen Sechsphasensystemes abgeflacht (Abb. 7 a). Die Gleichspannung des einen Sechsphasensystemes wird p_n/n % höher, die des anderen p_n/n % niedriger. Dieses führt zu ungleicher Lastaufnahme der beiden auf der Gleichstromseite parallel geschalteten Systeme. Es müssen besondere Mittel angewendet werden, um diesen Mangel zu beheben[6].

Die Gleichspannung wird in allen Lagen der Oberwellen stark verzerrt. Zahlentafel 3 gibt die prozentualen Beiträge der 5. und 7. Netzspannungs-Oberwelle zu der 6. Gleichspannungs-Oberwelle in den beiden extremen Lagen ($\varphi_n = 0$ und $\varphi_n = 90°$) für Sechs- und Zwölfphasenschaltungen. Die Zahlen der Tafel stellen das Verhältnis der Effektivwerte der zusätzlichen 6. Spannungsoberwelle in Prozenten des Mittelwertes der Gleichspannung für 1 % der betreffenden Netzspannungs-Oberwelle dar. Da sich der Effektivwert zum Maximalwert wie $1 : \sqrt{2} = 0{,}7$ verhält, schwanken die Zahlen größenordnungsmäßig um diesen Wert herum.

Zahlentafel 3. Die Effektivwerte der zusätzlichen 6. Spannungsoberwelle für 1 % der 5. und 7. Netzspannungs-Oberwelle in Prozent der Gleichspannung.

Netzspannungs-Oberwellen	$\frac{U_{300}}{U_\varphi} \cdot \frac{100}{p_n}$	symmetrische Lage $\varphi_n = 0°\,(180°)$	unsymmetrische Lage $\varphi_n = 90°$
5.	6 Phasen	0,643	0,529
	12 Phasen	0,771	0,643
7.	6 Phasen	0,762	0,895
	12 Phasen	0,653	0,762

Man erkennt aus der Tafel, daß die Gleichspannung durch die 5. und 7. Oberwelle auf alle Fälle eine zusätzliche, prozentual etwa gleich große 6. Spannungsoberwelle erhält, einerlei ob es sich um Sechs- oder Zwölfphasenschaltungen handelt. Der Unterschied zwischen den Sechs- und Zwölfphasenschaltungen besteht darin, daß die Gleichspannung der Sechsphasenschaltungen bei oberwellenfreier Netzspannung bereits Oberwellen der 6er-Gruppe enthält, die durch die zusätzlichen Netzspannungs-Oberwellen je nach ihrer Lage bei $\varphi_n = 0°$ verstärkt und bei $\varphi_n = 180°$ geschwächt werden. Da die Gleichspannung der Zwölfphasenschaltungen bei oberwellenfreier Netzspannung keine Oberwellen der 6er-Gruppe enthält, bedingen die Netzspannungs-Oberwellen der 6er-Gruppe bei jeder Lage derselben annähernd gleichbleibende zusätzliche Oberwellen der 6er-Gruppe, die sich in unseren Drehstromnetzen etwa in derselben Größenordnung wie bei den Sechsphasenschaltungen mit oberwellenfreier Netzspannung halten. Da die 5. und 7. Spannungs-

[*5] Genau $p_5 + p_7 \frac{\cos 7\varphi}{\cos 5\varphi}$.

[*] Näheres siehe Meyer-Dellius, BBC-Nachr. Bd. 20, S. 3 (1933).

Digitized by Google

harmonischen in unseren Drehstromnetzen nicht zu vermeiden sind, ist also die Welligkeit der Gleichspannung auch mit Zwölfphasenschaltungen gegenüber Sechsphasenschaltungen praktisch nicht zu verbessern.

c) Berücksichtigung der Reaktanz des Gleichrichtertransformators.

Wir hatten bisher angenommen, daß der Gleichrichtertransformator streuungslos sei. Das Zünden und Löschen der einzelnen Anoden erfolgte daher momentan mit senkrechtem An- und Abstieg. Berücksichtigen wir die in den Anodenstromkreisen wirksamen Reaktanzen, so flachen sich An- und Abstieg ab. Dadurch werden die Stromoberwellen leicht gemildert. Z. B. geht in den Sechsphasenschaltungen der Abb. 3 a und 3 b bei 8 % Kurzschlußspannung des Transformators die 5. Oberwelle des Netzstromes bei Vollast durch diesen Einfluß von $1/5 = 20$ % auf 17 % zurück.

Bei Zwölfphasenschaltungen haben die Reaktanzen der Anodenstromkreise die gleiche leicht mildernde Wirkung auf die Stromoberwellen der 12er-Gruppe. Der Einfluß auf die 6er-Gruppe ist aus Abb. 7 d zu ersehen. Es sind die gleichen Verhältnisse wie bei Abb. 7 b gewählt ($\varrho = \pm 6°$) mit einer für Zwölfphasenschaltungen normalen Größenordnung der Überlappung von $\ddot{u} = 12°$. Gestrichelt ist die regelmäßige Stromkurve für oberwellenfreie Netzspannung eingezeichnet ($\varrho = 0°$). Die Unterschiede der durch die Spannungsoberwellen der 6er-Gruppe erzeugten Stromoberwellen sind schraffiert und darunter gesondert herausgezeichnet (Abb. 7 e). Statt der senkrechten Rechtecke der Abb. 7 c sind geschwungene Flächenstücke getreten von gleicher Höhe und gleicher Basis. Der Flächeninhalt ist also im wesentlichen derselbe geblieben. Daher haben sich auch die Stromoberwellen nur unwesentlich gegenüber den streuungslosen Kurvenformen der Abb. 7 b geändert. Die Größenordnung der prozentualen Amplituden der Abb. 8 gilt also auch noch bei Berücksichtigung der Streureaktanzen.

Wir sehen, daß die Streureaktanzen das allgemeine Bild der Stromoberwellen, das wir vom streuungslosen Transformator abgeleitet hatten, nicht wesentlich verändern.

In die Gleichspannungskurven bringt die Berücksichtigung der Streuung während der Überlappungszeiten der Anoden Zacken hinein, die die Welligkeit der Gleichspannung mit zunehmender Belastung vergrößern. Abb. 10 zeigt diese Vergrößerung für die Hauptoberwelle der Sechsphasenschaltungen mit Saugdrossel nach Abb. 3 bei normalen Streuungsverhältnissen der Gleichrichtertransformatoren (8 %). Für Zwölfphasenschaltungen mit Saugdrosseln nach Abb. 5 vergrößern sich die Werte für die Hauptoberwelle von 600 Hz nur um wenige Prozente gegenüber den Sechsphasenschaltungen, so daß die Kurve der Abb. 10 auch für Zwölfphasenschaltungen Geltung hat. Zwischen Halblast und Vollast liegt die Vergrößerung der Hauptoberwelle der Gleichspannung bei beiden Schaltungen zwischen 40 und 50 %.

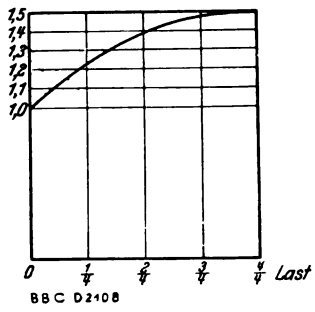


Abb. 10. Vergrößerung der Hauptoberwelle der Gleichspannung mit der Belastung.

Überblicken wir unsere Betrachtungen, so sehen wir, wie die Gruppeneinteilung der Oberwellen nach der Zahlentafel 2 die Übersicht über ihre mannigfaltigen Zusammenhänge erleichtert. Ein Vergleich der Zwölfphasenschaltungen mit den einfachen Sechsphasenschaltungen zeigt, daß die theoretischen Vorteile der 12 Phasen durch die in unseren Drehstromnetzen stets vorhandenen Netzspannungs-Oberwellen der 6er-Gruppe praktisch stark verringert werden. Die mit der Verdoppelung der Phasenzahl verbundene Komplikation der Anlage wird sich daher nur in Sonderfällen verlohnen.

Grundsätzliche Gesichtspunkte für den Entwurf von Reserve-Dampfkraftwerken und Einrichtungen zur Erhöhung ihres Bereitschaftswertes.

Von Dr.-Ing. **Ludwig Musil**, Berlin-Lankwitz.

Übersicht. Im ersten Teil des Aufsatzes werden die Richtlinien für die Auslegung von Reserve- und Aushilfs-Dampfkraftwerken, die nur mit kleiner Benutzungsdauer im Parallelbetrieb mit Wasserkraftanlagen arbeiten, erörtert. Der zweite behandelt die zusätzlichen Einrichtungen zur Erhöhung des Bereitschaftswertes, wobei zwischen Schnell- und Augenblicksreserve unterschieden wird. An einem Beispiel werden die Grenzen der Wirtschaftlichkeit einer Dampfspeicheranlage als Augenblicksreserve gegenüber unter Dampf gehaltenen Kesseln gezeigt.

I. Gesichtspunkte für die Wahl und Auslegung der Betriebsmittel.

Bei den in Frage kommenden kleinen Benutzungsdauern müssen der Kapitaldienst, also die Anlagekosten, und auch der feste Anteil an den Brennstoffkosten möglichst klein gehalten werden. Der letztere erfaßt bei solchen Reservewerken nicht nur den reinen Leerlauf, sondern auch die Verluste infolge des häufigen An- und Abstellens bzw. Bereithaltens der Kessel und Maschinen. Es muß also nicht nur aus betrieblichen, sondern auch aus rein wirtschaftlichen Gründen möglichste Elastizität und Abkürzung der Anfahr- und Einlaufzeiten verlangt werden. Auch der leistungsabhängige Teil der Bedienungs- und Instandhaltungskosten ist, wie die Analyse von Betriebsstatistiken zeigt, von großem Einfluß. Bei Auslegung des Werkes ist darauf zu achten, daß möglichst wenig Bedienungspersonal benötigt wird.

Vom betrieblichen Standpunkt aus sind rasche Inbetriebnahme und gute Regelfähigkeit, also kurze Anfahrzeiten der Betriebsmittel, zu verlangen. Da die Betriebszeit dieser Werke verhältnismäßig kurz ist und sie selbst die Funktionen der Reservewerke haben, so genügt es, die installierte Leistung entsprechend der für die nächste Zeit zu erwartenden größten Aushilfsleistung zu bemessen. Es ist wirtschaftlich, die gesamte Leistung nur auf so viel Einheiten aufzuteilen, als aus betrieblichen Gründen und mit Rücksicht auf die ausführbaren Grenzleistungen notwendig sind (wirtschaftliches Optimum nach eingehenden Untersuchungen bei etwa 2 Einheiten). Auf spätere Erweiterungsmöglichkeiten ist natürlich Rücksicht zu nehmen.

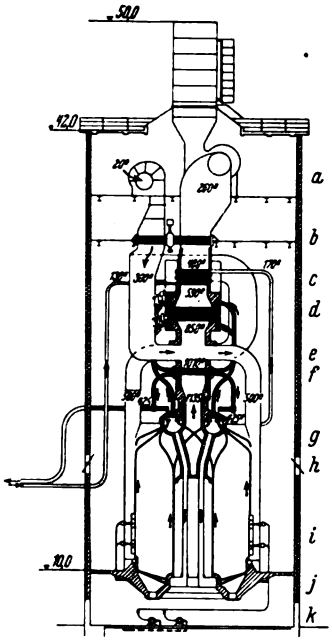
Aus den Betriebsbedingungen ergeben sich von selbst die Hauptgesichtspunkte für den Entwurf eines solchen Werkes: einfacher Aufbau, Unterbringung einer möglichst großen Leistung je m³ umbauten Raumes, möglichst geringe Speicherfähigkeit des Materials, also kleine zu erwärmende Massen und Widerstandsfähigkeit gegen Forcieren.

a) Kesselanlage.

Für die Dampferzeuger bedeuten diese Forderungen hohe Heizflächen- und Feuerraumbelastungen, Beschränkung des Kesselmauerwerkes auf ein Minimum, also weitgehende Auskleidung des Feuerraumes durch Kühlrohre. Da es auf Erreichung von besonders guten Wirkungsgraden nicht ankommt, genügen diesen Forderungen am besten Strahlungskessel mit kleiner oder ohne Konvektionsverdampfungs-Heizfläche. Eine für diese Betriebsverhältnisse geschaffene zweckmäßige Kesselkonstruktion ist der von der Staatlichen Schwedischen Wasserfallverwaltung entworfene und im Kraftwerk Västerås eingebaute „Strahlungsdampfgenerator", der in Abb. 1 dargestellt ist. Es handelt sich um einen symmetrisch gebauten reinen Strahlungskessel für etwa 150 t/h maximaler Dauerleistung, zu dessen Aufstellung man sich auf Grund der guten Erfahrungen mit den seit mehreren Jahren in Betrieb befindlichen 40 t/h-Kesseln, System Forssblad, entschlossen hat. Das Fallrohrbündel befindet sich in der Mitte des Feuerraumes und ist von Verdampfungsrohren umgeben. Die Kesseltype ist für Kohlenstaub- und Ölfeuerung geeignet. Im Probebetrieb wurde mit Ölfeuerung bei der Normallast von 100 t/h ein Wirkungsgrad

Digitized by Google

von rd. 88 % und bei 147 t/h von rd. 85 % erzielt. Ein großer Vorzug dieser Kesselart ist neben den niedrigen Anlagekosten die außerordentlich kurze Anfahrzeit (Anheizzeit 7 min) sowie die gute Regelfähigkeit, über die Praetorius[1] in einer Veröffentlichung auf Grund von Messungen an den beiden 40 t/h-Kesseln berichtet hat.

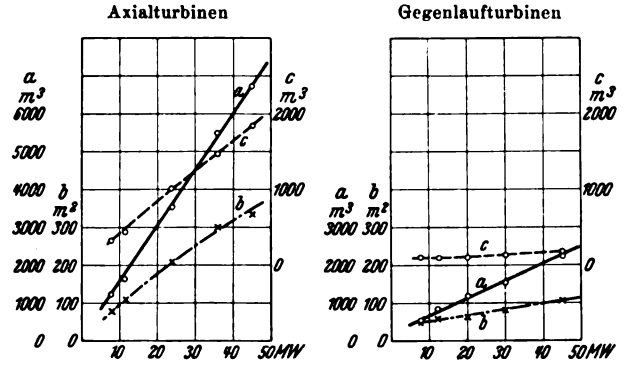


a Luft- und Rauchgasventilator, 208 t/h, Luft 20°, 225 mm, 232 t/h, Rauchgas 260°, 145 mm
b Luftvorwärmer 1 (Syst. Ljungström) 2000 m²
c Economiser (Syst. Steinmüller) 625 m²
d Überhitzer 1 (400 m²)
e Luftvorwärmer 2 (400 m²)
f Überhitzer 2 (120 m²)
g Dampfsammler 2 × 11 200 × 1400 Dmr.
h Lufteinlaß
i 16 Ölbrenner je 625 kg/h
j Wasserbehälter
k Ölpumpe

Abb. 1. Strahlungskessel im Kraftwerk Västerås, 150 t/h, 24 atü, 425°.

b) Maschinenanlage.

Bei den Maschinen führen obenerwähnte Gesichtspunkte zu kurzer Bauart, geringer Stufenzahl, größerem Schaufelspiel und möglichster Vereinfachung der Bedienung, um eine kurze Anfahrzeit und niedrige feste Kosten zu erreichen. Die Anfahrzeiten von normalen Kondensationsturbinen liegen je nach Größe, Bauart und Abkühlungsgrad zwischen 6 und 60 min. Bei einer größeren Speicherturbine wurde im Alarmfall das Hochfahren in 4 min durchgeführt. Es sind verschiedene Maßnahmen vorgeschlagen worden, um die Anfahrzeit abzukürzen, so z. B. von Brown[2], der das Beheizen der stillstehenden Turbinen mit Heißluft empfiehlt und angibt, den Anfahrvorgang in 45 s vom Anstellen der Kondensation bis zur Lastübernahme durchführen zu können. Wesentlich für eine Abkürzung der Anfahrzeit ist auch eine Vereinfachung der Bedienung durch Zentralisierung und Ausrüstung der wichtigsten Absperrorgane mit elektrischem Antrieb bzw. wenn man noch weiter geht, durch selbsttätige Steuerung der Kondensations-Hilfsmaschinen, auf die später noch kurz eingegangen wird.



a umbauter Raum *b* Grundfläche *c* Fundamentinhalt

Abb. 2. Vergleich zwischen Axial- und Gegenlaufturbinen

Hinsichtlich der Anfahrzeiten sind die Ljungström-Turbinen besonders günstig, bei denen die zu durchwärmenden Massen verhältnismäßig gering sind und die Dampfführung eine gleichmäßige Durchwärmung des Materials ermöglicht. Für die Inbetriebnahme von Ljungström-Turbinen werden, unter Voraussetzung eines genügenden Vakuums, Anfahrzeiten in der Größenordnung von 3 ··· 5 min angegeben. Aber auch hinsichtlich der Gesamtanlagekosten sind diese Turbinen durch die große Ersparnis an Fundamenten und umbautem Raum überlegen. Die Abb. 2 zeigt eine Gegenüberstellung des Fundamentinhaltes, Grundflächen- und Raumbedarfes von Axial- und Radialturbinen für verschiedene Maschinenleistungen. Im Grundflächenbedarf sind Pumpen und Luftkühler nicht berücksichtigt, da diese ja in beiden Fällen denselben Platz einnehmen würden. Legt man die Fundamentkosten mit 65 RM/m³ und die Gebäudekosten mit 50 RM/m³ zugrunde, so beträgt die Ersparnis an Baukosten im Mittel etwa 7 RM/kW Maschinenleistung.

c) Gesamtanordnung und Schaltung.

Wesentliche Ersparnisse lassen sich auch durch einfache Anordnung und zweckmäßige Schaltung erzielen. Die in den letzten Jahren erreichte Steigerung der Kesselleistung ermöglicht es immer mehr, Kessel und Turbinen hinsichtlich ihrer Leistung aufeinander abzustimmen und zu einer Einheit zusammenzufassen. Dies bietet vor allem bei Aufstellung von hochbelasteten Strahlungskesseln mit ihrem relativ kleinen Grundflächen- und Raumbedarf verschiedene Möglichkeiten. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß es sich hier im allgemeinen um Anlagen mit einer geringen Zahl von Einheiten handelt. Durch Weglassung der Trennwand zwischen Kessel- und Maschinenhaus werden nicht nur die Anlagekosten erniedrigt, sondern auch die Übersichtlichkeit verbessert und die Bedienung erleichtert, was besonders eine Rolle spielt, wenn rasches Hochfahren der Anlage vom Stillstand aus notwendig ist.

Durch eine solche Gruppenschaltung werden auch die Rohrleitungen sehr einfach, wobei besonders die geringe Zahl der Schieber bemerkenswert ist. Sämtliche Frischdampfleitungen erhalten denselben Querschnitt, so daß die Reservehaltung sehr leicht ist. Wie Schult[3] zeigt, betragen z. B. bei 4 Gruppen die Kosten für die Frischdampfleitungen nur etwa 50 % derjenigen für die übliche Anordnung mit Ringleitung und gestuftem Querschnitt, wobei gleicher Druckabfall vorausgesetzt ist.

d) Wirtschaftliche Auslegung der Betriebsmittel.

Eine wichtige Frage ist die Wahl des Dampfdruckes bei derartigen Werken. In der Zahlentafel 1 ist der wirtschaftlichste Dampfdruck für 4 verschiedene Fälle ermittelt worden, die man als Grenzfälle annehmen kann. Für mittlere Verhältnisse liegt der wirtschaftliche Dampfdruck etwa zwischen 25 und 35 at.

Zahlentafel 1. Wirtschaftliche Auslegung der Betriebsmittel.

Benutzungsdauer	200		900		h
jährliche Betriebszeit	1400		3000		h
Zinssatz	10	4	10	4	%
Wärmepreis	0,25	0,45	0,25	0,45	Pf/1000 kcal
Dampfdruck					
Verlustgrad[1]	1,3	1,3	1,1	1,1	
Dampfdruck	29	19,5	42	34	at
Kessel mit Staubfeuerung					
Verlustgrad	1,07	1,07	1,05	1,05	
Anlagekosten	4,75	5,20	5,3	5,4	RM/kg Dampf
Wirkungsgrad	76	83	84	85	%
Turbinen					
Verlustgrad	1,1	1,1	1,02	1,02	
Anlagekosten	11,6	14,3	17,8	19	RM/kW
günstigster Wärmeverbrauch	3120	2965	2800	2760	kcal/kWh
thermodynamischer Wirkungsgrad	83	83	84	86	%
Kühlwassermenge	40	70	70	70fache	
Kühlfläche	50	60	100[2]	100[2]	

[1] Der mittlere Wärmeverbrauch je Energieeinheit zu dem bei höchster Dauerlast.
[2] 27 m³/t Dampf.

In ähnlicher Weise wurde der wirtschaftlichste Wärmeverbrauch für Kessel und Turbinen untersucht und das Ergebnis für dieselben Fälle in die Zahlentafel eingetragen. Die Werte gelten wieder für einen Forssbladkessel, dessen

[1] Elastizität von Dampfkesselfeuerungen, Elektr.-Wirtsch. 1931.
[2] Der außer Betrieb befindliche Turbogenerator als Momentanreserve, Bericht Nr. 328, Weltkraftkonferenz 1930.
[3] Schaltung und Auslegung von Frischdampfleitungen in Kraftwerken, AEG-Mitt. 1931.

Digitized by Google

Wirkungsgrade und Anlagekosten für verschiedene Feuerraumbelastungen und Lufterhitzungen errechnet wurden.

Bei den Turbinen bestehen folgende Möglichkeiten, die Anlagekosten herabzusetzen, wenn der Wärmeverbrauch infolge der kurzen Betriebszeit nur von geringerer Bedeutung ist:

a) durch Wahl einer Turbine mit niedriger Güteziffer,
b) durch Verkleinerung der Kondensatorkühlfläche,
c) durch Verringerung der Kühlwassermenge und entsprechende Verkleinerung der Luftpumpe.

Für eine 15 000 kW-Axialturbine (30 atü, 425 °C, 3000 U/min) erhält man die in der Zahlentafel 1 eingetragenen Werte. Die Kosten gelten für die betriebsfertig aufgestellte Maschine einschließlich Kondensation, jedoch ohne Generator. Wie die Zahlentafel 1 zeigt, ergeben sich bei schlechter Benutzungsdauer und niedrigen Brennstoffkosten die wirtschaftlichsten Verhältnisse durch Verknappung der Kühlfläche und Kühlwassermenge, wogegen die Änderung des thermodynamischen Wirkungsgrades, also der Güteziffer, von geringerem Einfluß ist.

e) Platzbedarf und Anlagekosten.

Für den Grundflächenbedarf solcher nach den vorhin beschriebenen Gesichtspunkten entworfener Dampfkraftwerke wurden folgende Zahlen ermittelt:

für 2 · 7500 kW = 15 000 kW Gesamtleistung:
rd. 35 m²/1000 kW,
für 2 · 30 000 kW = 60 000 kW Gesamtleistung:
rd. 22 m²/1000 kW.

In diesen Zahlen sind die Nebengebäude für Büro und Werkstatt sowie die Hochspannungschaltanlage nicht berücksichtigt.

Die Frage nach den Anlagekosten ist nicht ganz leicht zu beantworten, da die heute erzielbaren Preise kein einwandfreies Bild geben und unter Umständen bei Vergleichen mit anderen Betriebsmitteln zu falschen Schlüssen führen können. Der Verfasser hat die Kosten für eine Anlage mit 30 000 kW Gesamtleistung, bestehend aus zwei Gruppen zu je 15 000 kW, für etwa 30 atü, 450 ° Überhitzung und einer Jahresbenutzungsdauer von 800 ··· 900 h zusammengestellt. Die Kosten gelten für ein Werk mit Strahlungskesseln für Kohlenstaubfeuerung und Ljungström-Turbinen. Die Schaltanlage umfaßt nur die Leitungen und Einrichtungen bis zu den Anschlußklemmen der Transformatoren sowie den Eigenbedarf.

Legt man normale Preise zugrunde, so stellen sich die gesamten Anlagekosten für dieses Kraftwerk auf etwa 160 ··· 175 RM/kW. Wählt man an Stelle der Kohlenstaubfeuerung Ölfeuerung, so werden die Minderkosten etwa 4,5 ··· 5 % betragen. In den genannten Zahlen sind die Kosten für die Maßnahmen zur Erhöhung des Bereitschaftswertes noch nicht enthalten.

II. Einrichtungen zur Erhöhung des Bereitschaftswertes.

Von grundsätzlicher Bedeutung ist, welche Anforderungen man an den Bereitschaftswert des Werkes stellt. Hierbei wird zwischen Schnell- und Augenblicksreserve unterschieden. Während bei der ersteren eine gewisse Zeit zugelassen wird, um das Werk erst hochzufahren, ist dies bei der letzteren nicht der Fall. Die Frage, wann eine Schnellreserve genügt oder die Forderung nach Augenblicksreserve erhoben werden muß, läßt sich allgemein nicht beantworten. Sie ist zu sehr von der Struktur des Netzes, der Eigenart der zusammen arbeitenden Kraftwerke und den Betriebserfordernissen der Abnehmer abhängig.

Es sei hier nur ein kurzer Umriß gegeben, wie sich die Forderung nach Schnell- oder Augenblicksreserve auf den Entwurf des Kraftwerkes und dessen Wirtschaftlichkeit, vor allem auch auf die Wahl der Hilfsmaschinenantriebe, auswirkt. Man wird wahrscheinlich die Frage erheben, ob einem stillstehenden Kraftwerk überhaupt ein Bereitschaftswert zugesprochen werden kann. In Systemen mit Wasserkraftversorgung treten, wie die Erfahrung lehrt, vielfach Leistungsausfälle ein, mit denen man schon eine gewisse Zeit vorher rechnen kann, in der dann die nötige Leistung bereitgestellt werden muß. Die heute erreichbaren kurzen Anfahrzeiten von zweckentsprechend konstruierten Strahlungskesseln und Turbinen in Verbindung mit besonders hier zu besprechenden Einrichtungen ermöglichen in vielen Fällen die Verwendung von Dampfkraftwerken für ein Gebiet, das man allgemein Dieselmotoren vorbehält. Außer kurzen Anfahrzeiten der Kessel und Turbinen sind beim Entwurf folgende Punkte zu beachten:

1. Die Möglichkeit des gleichzeitigen Hochfahrens von Kesseln und Turbinen,
2. rasche Inbetriebnahme des Eigenbedarfs,
3. einfache, übersichtliche Anordnung, Erleichterung der Inbetriebnahme durch teilweise Automatisierung.

Das gleichzeitige Hochfahren der Kessel und Turbinen vom kalten Zustande aus ist durch Einbau eines Anfahrspeichers möglich, der den Dampf zur Anwärmung der Rohrleitung und zum Hochfahren der Turbinen bis zur Lastübernahme bzw. Dampfabgabe aus den Kesseln liefert. Ein solcher Dampfspeicher wird zweckmäßig für ein Druckgefälle von etwa 15 auf 5 ata ausgelegt, bei welchem Druck die Turbine noch mit Sicherheit im Leerlauf betrieben werden kann. Der Dampfbedarf der Turbine beim Hochfahren ist je nach der Konstruktion verschieden. Für eine 3000-tourige eingehäusige 20/24 000 kW-Turbine z. B. beträgt der Dampfverbrauch bei normalem Hochfahren bis zum Parallelschalten nach Messungen 2 t. Unter Berücksichtigung der nötigen Sicherheit und des Anwärmens der Rohrleitungen genügt ein Dampfspeicher von etwa 40 m³ Inhalt, der in stehender Ausführung mit Anschlußleitungen und allem Zubehör betriebsfertig aufgestellt etwa 1,5 ··· 1,8 RM/kW Maschinenleistung kostet.

Das schnelle Hochfahren der Kessel und Turbinen bedingt, daß der Eigenbedarf bereits in Betrieb ist. Bei Dampfantrieb des Eigenbedarfes könnte die Antriebsturbine auch aus dem Dampfspeicher versorgt werden, wobei sie während der Anfahrperiode auf Auspuff arbeitet. Dies würde zusätzliche Einrichtungen, vor allem selbsttätige Anfahrsteuerungen erfordern, welche bei diesen kleinen Leistungen ziemlich ins Gewicht fallen und den Preis entsprechend erhöhen. Außerdem wird durch den schlechten Wirkungsgrad dieser Maschinen bei Sattdampfbetrieb der Dampfspeicher ziemlich groß. Handelt es sich also um ein Kraftwerk, das in möglichst kurzer Zeit vom Stillstand auf eine bestimmte Leistungsabgabe gebracht werden muß, so ist vom Gesichtspunkt des Anfahrens aus jedenfalls elektrischer Antrieb vorzuziehen.

Ist mit der Möglichkeit zu rechnen, daß bei Hochfahren des Werkes kein Fremdstrom zur Verfügung steht, so wäre ein Notturbinensatz aufzustellen, der die Eigenbedarfantriebe so lange versorgt, bis die Stromlieferung durch die Hauptturbinen aufgenommen werden kann. Im folgenden sind die Kosten für verschiedene Lösungen einander gegenübergestellt und auf 1 kW Kraftwerksleistung bezogen. Dabei wurde eine gesamte Antriebsleistung des betriebsabhängigen Eigenbedarfes von 1000 kW zugrunde gelegt, die einem Kraftwerk mit Kohlenstaubfeuerung von etwa 20 000 ··· 25 000 kW Leistung entspricht:

1. Notturbinensatz für Speicherdampf mit entsprechend größerem Anfahrspeicher	7,5 ··· 9,5	RM/kW
2. Notdieselsatz und Anfahrspeicher für Hauptturbine	13,5 ··· 17,0	„
3. Akkumulatorenbatterie, Drehstromantrieb, Anfahrspeicher für Hauptturbine	8,5 ··· 10,5	„
4. Wie unter 3., jedoch Gleichstromantrieb	8,3 ··· 10,3	„

Es wurde angenommen, daß die volle Eigenbedarfleistung während 20 min abgegeben werden muß. In den Preisen sind Rohrleitungen, Fundamente und Gebäudeanteil berücksichtigt. Da erfahrungsgemäß das Bedienungspersonal mit der Inbetriebnahme der Hauptturbinensätze voll beschäftigt ist, wurde in allen Fällen eine selbsttätige Inbetriebsetzung des Notturbinensatzes vorgesehen.

Für die Verkürzung der Inbetriebsetzungszeit ist noch von großer Bedeutung, wieweit die einzelnen aufeinander folgenden Arbeitsvorgänge beschleunigt werden können. Zunächst ist es notwendig, dem Personal die Bedienung durch übersichtliche Anordnung und Steuerung von zentralen Bedienungständen aus zu erleichtern. Darüber hinaus kann eine weitere Entlastung des Personals durch selbsttätige Einschaltung der einzelnen Antriebe erreicht werden.

Soll ein Dampfkraftwerk als Augenblicksreserve dienen, so ist eine Möglichkeit, die Kessel und Rohrleitungen unter Dampf zu halten und die Turbinen je nach den gestellten Forderungen leer bzw. als Phasenschieber mitlaufen zu lassen oder im Stillstand zu beheizen.

Digitized by Google

Die andere Lösung ist, eine Dampfspeicheranlage aufzustellen, welche gestattet, die Turbinen mit der benötigten Aushilfsleistung so lange zu betreiben, bis die Kessel die Dampflieferung übernehmen können. Als Gefällebereich für die Dampfspeicher ist zweckmäßig ein solcher von 14 ··· 15 auf 5 ata zu wählen, so daß bei höheren Kesseldrücken die Hauptturbinen Einlässe für Speicherdampf in tieferen Druckstufen erhalten. Nach den Betriebsergebnissen ausgeführter Anlagen beträgt die Energieabgabe bei Augenblicksreserve in den angegebenen Druckgrenzen im Mittel 9 ··· 10 kWh/m³. Rechnet man mit spezifischen Anlagekosten von 480 RM/m³, so stellen sich die Kosten je kWh auf etwa 50 RM. Dazu kommen noch die leistungsabhängigen Kosten für die Speicherdampfrohrleitungen, Verteuerung der Turbinensteuerung usw., die nach sorgfältigen Berechnungen mit etwa 12 RM/kW eingesetzt werden können. Die Gesamtanlagekosten für eine solche Speicheranlage stellen sich also etwa auf

$$a = 12 + 50\, t_e \text{ RM/kW},$$

worin t_e die Entladedauer der Speicheranlage bedeutet, also die Zeit, während welcher die Augenblickreserve benötigt wird. Die Anlagekosten würden demnach bei einer Entladedauer von 20 min 28,5 RM/kW, bei 40 min 45 RM/kW betragen. Bei Aufstellung von Forssbladkesseln oder Strahlungskesseln mit ähnlichen Betriebseigenschaften ist, wie wir gesehen haben, eine Entladedauer von etwa 20 min ausreichend. Dazu kommt noch, daß Störungen in Übertragungsanlagen erfahrungsgemäß in dieser Zeit meistens behoben sind, bzw. in dieser Zeit Umschaltungen vorgenommen werden können.

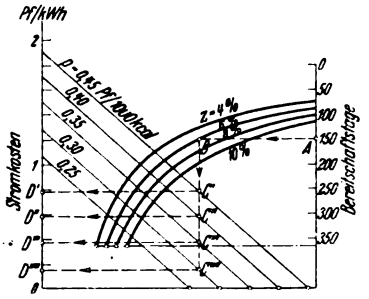


Abb. 3. Wirtschaftlichkeitsgrenze der Augenblicksreserve mit Dampfspeichern.

Wenn auch der Mehraufwand für eine solche Augenblicksreserve durch betriebliche Gründe bedingt ist und durch diese gerechtfertigt werden muß, so interessieren daneben die Wirtschaftlichkeit und vor allem die Frage, ob und in welchen Fällen eine Dampfspeicheranlage der Augenblicksreserve durch unter Feuer gehaltene Kessel überlegen ist. In der Abb. 3 ist ein Vergleich für einen bestimmten Fall dargestellt, und zwar handelt es sich um ein Kraftwerk mit Maschineneinheiten von 25 000 kW. In einem Falle seien Zonen-Wanderrostkessel mit 12 500 kW Einzelleistung aufgestellt, die während der Bereitschaftszeit von 8 h bis 18 h unter Dampf gehalten werden und den Leerlaufsbedarf der allenfalls als Phasenschieber laufenden Turbinen decken. Zur Verringerung des Energieverbrauches ist ein kleiner Hilfsatz für die Kondensation aufgestellt, der zur Aufrechterhaltung des Vakuums genügt. Bei Vorhandensein einer Dampfspeicheranlage wird der Maschinensatz hauptsächlich von der elektrischen Seite aus angetrieben, die Turbine erhält nur die notwendige Kühldampfmenge. Zur Erzeugung dieser Dampfmenge sowie zur Deckung der Abkühlverluste wird ein Elektrokessel aufgestellt, dessen Kosten, auf die Bereitschaftsleistung von 25 000 kW umgerechnet, etwa 1,60 RM/kW ausmachen. An Hand der in der Zahlentafel 2 angeführten Zahlen läßt sich die wirtschaftliche Anwendungsgrenze der Augenblicksreserve mit Dampfspeichern leicht ermitteln.

Zahlentafel 2. Wirtschaftlichkeit bei Augenblicksreserve.

	Fall A Kessel unter Dampf	Fall B Dampfspeicher
Dampfverbrauch . . . . . t/h	7,5	4,7
Hilfskondensation . . . . . kW	50	50
Stromaufnahme des als Phasenschieber laufenden Generators kW	0	500
Brennstoff- bzw. Stromverbrauch für die Dampferzeugung während der Bereitschaftszeit	2,7 t/h	5125 kW
In Betrieb befindlicher Eigenbedarf ausschließl. Hilfskondensation kW	430	25
Aufwand je Tag	27 t Kohle + 4300 kWh	57 000 kWh
Abkühlungsverluste während der Nacht, Hochfahren der Kessel und Turbinen	etwa 8 t Kohle	etwa 3000 kWh
Gesamtaufwand je Bereitschaftstag	35 t Kohle + 4300 kWh	60 000 kWh

Das in Abb. 3 eingetragene Beispiel zeigt, welcher Strompreis für den Betrieb des Elektrokessels höchstens in Anrechnung gebracht werden darf, damit eine Dampfspeicheranlage als Augenblicksreserve noch wirtschaftlich ist.

Das Einsetzen der Speicheranlage kann sowohl von Hand aus als auch durch eine selbsttätige Steuerung erfolgen. Dieses selbsttätige Eingreifen ist von Bedeutung, wenn Synchronmotoren oder Einankerumformer angeschlossen sind, die bei Spannungsenkung ziemlich leicht außer Tritt fallen. An der Dampfspeicheranlage des Elektrizitätswerkes Leipzig wurde eine solche Steuerung von den SSW eingebaut, über die in der Literatur[4] ausführlich berichtet wurde. Mit dieser Steuerung wurden z. B. im Parallelbetrieb 10 000 kW bereits 4,5 s nach Impulsabgabe erreicht.

[4] Lommel, Fortschritte bei der Automatik von Speicherwerken und Momentanreserven, VdE-Fachberichte 1931.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 338.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden dem System $\overline{|129|}$ folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht.

Zusatz zu System $\overline{|129|}$, die Formen CRoo, DRoo, CRood und DRood, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Firma **Paul Firchow Nachfgr. — Landis & Gyr Aktiengesellschaft** in Berlin.

Berlin-Charlottenburg, den 4. Juli 1933.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
In Vertretung: Kösters.

Beschreibung.

Zusatz zu System $\overline{|129|}$,

die Formen CRoo, DRoo, CRood und DRood, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Firma Paul Firchow Nachfgr. — Landis & Gyr Aktiengesellschaft in Berlin.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 319 vom 28. 6. 1932 (Elektrotechn. Zeitschr. 1932 Heft 43) für die Nennstromstärken 5 und 10 A und für die Nennspannung 220 V als Zweileiterzähler zur Beglaubigung zugelassenen Zähler der Formen CRoo und CRood können für alle Nennstromstärken von 3 bis 30 A und für alle Nennspannungen von 100 bis 380 V bei der Nennfrequenz 50 Hz beglaubigt werden. In der Ausführung als Dreileiterzähler führen sie die Formbezeichnungen DRoo bzw. DRood. Diese Zähler können für die gleichen Meßbereiche wie die Zweileiterzähler beglaubigt werden.

Die untersuchten Zähler der neu zugelassenen Meßbereiche hatten bei Nennlast ein Drehmoment von etwa 5,3 bis 5,9 cmg. Der Eigenverbrauch im Hauptstromkreis betrug etwa 0,21 W bei 3 A und etwa 1,20 W bei 30 A Nennstrom. Der Eigenverbrauch im Spannungskreis belief sich auf etwa 0,49 W bei 110 V und auf etwa 0,67 W bei 380 V Nennspannung. Im übrigen hatten die Zähler die gleichen Eigenschaften wie die der bisher zugelassenen Meßbereiche.

[1] Reichsministerialblatt 1933, S. 374.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Transformatoren für 245 000 A für elektrische Öfen. — Im Herbst 1932 erhielten die Siemens-Schuckertwerke den Auftrag auf Lieferung von 9 großen Einphasentransformatoren mit den zugehörigen vollständigen Hochspannungs-Schaltanlagen für die UdSSR. Diese Transformatoren gehören hinsichtlich ihrer Stromstärke zu den größten, die je in Deutschland gebaut wurden. Sie sind für zwei Ofenanlagen bestimmt, die in den großen Industriewerken am Dnjepr errichtet und vom Dnjepr-Kraftwerk mit elektrischer Energie versorgt werden. Die beiden Anlagen umfassen 3 Gruppen von je 3 Einphasenöfen System Miguet-Perron, deren jeder für 11 000 kW Ofenleistung ausgelegt ist. Sie sollen zur Herstellung von Karbid, Ferrolegierungen und Tonerde dienen, die den benachbarten chemischen Fabriken und Stahlwerken zur Weiterverarbeitung zugeführt werden. Die Ofentransformatoren sind für je 11 400 kVA Dauerleistung und 36 750 V Primärspannung bei 50 Per/s bemessen und für Betrieb in Einphasen- und Scott-Schaltung geeignet. Die Sekundärspannungen können von 25 bis 55 V in 56 Stufen bei Vollaststrom mit einem Lastschalter geregelt werden. Der sekundäre Nennstrom beträgt bei normalem Betrieb 245 000 A. Es sind jedoch auch betriebsmäßig längere Überlastungen bis zu 270 000 A und zweistündige Überlastungen bis 305 000 A zulässig, die durch die Eigenart des Betriebes bedingt sind. Die Öfen werden nämlich in gewissem Umfange auch zum Belastungsausgleich und damit auch zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Wasserkraftwerkes verwendet, indem sie außer mit einer Mindestgrundlast nur mit der dort jeweils zur Verfügung stehenden Überschußenergie arbeiten.

Ein derartiger Ofentransformator (Abb. 1) besteht aus einem Regeltransformator in Sparschaltung mit acht Grobstufenanzapfungen, einem Feinstufen-Zwischentransformator und dem eigentlichen Ofentransformator mit konstantem Übersetzungsverhältnis. Jede Grobstufe wird

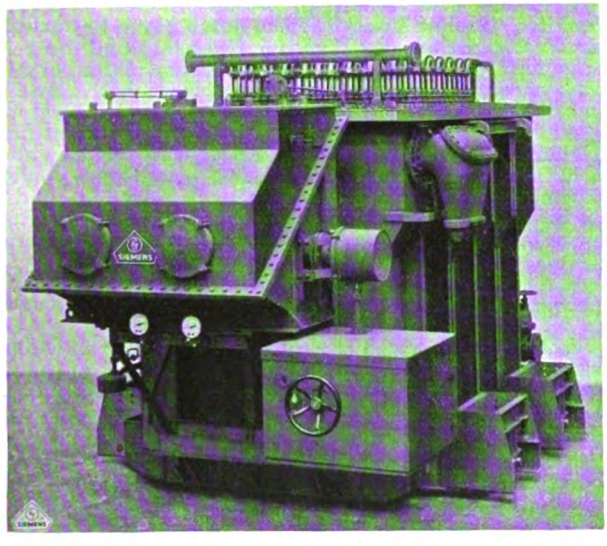


Abb. 1. Einphasentransformator für einen Miguet-Ofen, 11 400 kVA, 36 750/25 ··· 55 V, 245 000 A.

durch den Feinstufentransformator in sieben Teile unterteilt. Schalter- und Transformatorenöl sind vollständig getrennt, so daß letzteres gegen Verschmutzung geschützt ist. Diese Anordnung hat auch den Vorteil, daß die einem natürlichen Verschleiß und Abbrand unterworfenen Schalterkontakte nach einer gewissen Betriebsdauer nachgesehen werden können, ohne daß der eigentliche Transformator geöffnet und das Öl aus diesem abgelassen werden muß. Der Kern des Ofentransformators und der des Regeltransformators sind zu einem Mantelkern vereinigt und besitzen gemeinsame Eisenrückschlüsse. Auf Abb. 2 ist die starke Verspannung des Eisenkörpers gegen die bei Kurzschlüssen auftretenden Kräfte zu sehen. Zum Umschalten der Spannungsstufen unter Last wird der SSW-Lastschalter mit getrennten Stufenwählern verwendet, der mit Hilfe eines Motorantriebes fernbetätigt oder am Transformator selbst von Hand geschaltet werden kann. Besonderer Wert wurde mit Rücksicht auf die

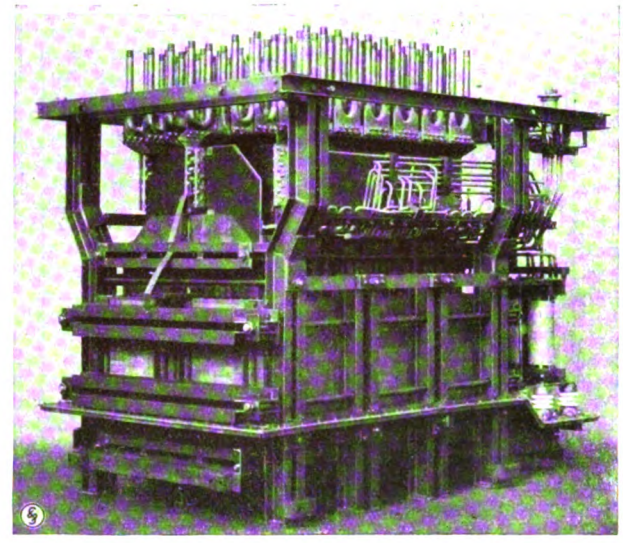


Abb. 2. Einphasenstrom-Ofentransformator, 11 400 kVA, 36 750/25 ··· 55 V, 270 000 A, mit Lastschalter, regelbar in 56 Stufen.

Ofenkonstruktion auf die niedrige Bauart gelegt, die auch durch seitlichen Anbau des Lastschalters mit den Stufenwählern und seitliche Anordnung der um 90 ° umstellbaren Räder erreicht wurde. Der primärseitige Anschluß am Transformator ist als Kabelendverschluß ebenfalls seitlich am Kessel herausgeführt, da über dem Transformator wegen der nach allen Richtungen strahlenförmig auseinandergehenden Sekundärleitungen kein Platz für Hochspannungsisolatoren vorhanden ist. Die Sekundärklemmen bestehen je Transformator und Phase aus 48 wassergekühlten Kupferrohren von 50 mm Außendurchmesser, an die mittels elastischer Kupferbänder die Ofenleitungen angeschlossen sind. Die Kupferrohr-Durchführungen gestatten gegenüber Flachkupfer-Durchführungen eine einwandfreiere Abdichtung und damit auch die Verwendung von Ölkonservatoren. Durch Aufstellung des Transformators unter dem Ofen werden bei der Bauart Miguet-Perron besonders kurze Leitungen und ein guter Leistungsfaktor ($\cos\varphi = 0{,}95$) erzielt; dadurch ist es möglich, mit verhältnismäßig kleinen Transformatorspannungen auszukommen.

Der Aufbau eines Miguetofens ist aus Abb. 3 ersichtlich, welche auch die Größenverhältnisse von Transformator, Elektrode usw. annähernd wiedergibt. Um einen ungefähren Maßstab für die Größe dieser Öfen zu geben, sei erwähnt, daß die bewegliche Elektrode, die aus einem Mantel amorpher Kohle und einer Seele aus Stampfmasse (Elektrodenabfall und Einsatz) besteht, einen Durchmesser von rd. 4 m und ein Gewicht von rd. 100 t hat. Die Ofenleitungen bestehen aus 24 Schienenbündeln zu je 8 Schienen (4 je Phase verschachtelt angeordnet) von 160 · 9 mm Querschnitt. Die Schienenbündel sind unter dem Ofen symmetrisch am Umfang eines Kreises angeordnet und gehen in ihrem weiteren Verlauf senkrecht nach oben in zwei konzentrische Kupferzylinder über, die den Ofenmantel bilden. An den inneren Zylinder ist die feste Bodenelektrode angeschlossen, an den äußeren die Stromzuführungen (Gleitkontakte) der beweglichen Elektrode. Die induktive Ofenschleife ist bei dieser Konstruktion praktisch auf ein Mindestmaß gebracht worden.

Der Einzelanschluß derartiger Einphasentransformatoren würde große Spannungsunsymmetrien im speisenden Netz zur Folge haben. Es werden daher stets drei Transformatoren einphasig oder zwei Transformatoren in Scott-Schaltung angeschlossen. Um eine erweiterte Reserve zu schaffen, wurden alle Transformatoren einheit-

Digitized by Google

lich auch für Scott-Betrieb vorgesehen und die Schaltanlage so ausgeführt, daß bei Ausfall eines Ofens jeweils die beiden anderen nach Umlegen einiger Trennschalter in Scott-Schaltung weiterarbeiten können. Von der Schaltanlage zu den Transformatoren führen Einphasen-Papierbleikabel, System Höchstädter, die ohne Bewehrung ausgeführt sind. Die Meßeinrichtungen und die selbsttätige Ofenregelung mußten den vorliegenden Verhältnissen besonders angepaßt werden. Der Einphasen- und Scott-Betrieb bedingt mit der Umschaltung der Transformatoren auch eine Umschaltung der Stromwandler, die mit Anzapfung ausgeführt wurden. Da die

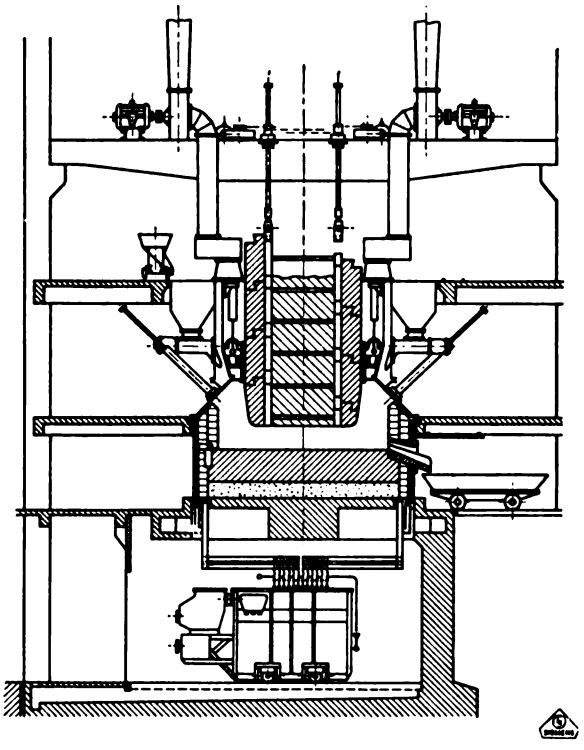


Abb. 3. Schema des Miguet-Ofens.

Anlage durch ungeschulte Leute bedient werden soll, mußten durch Verriegelung der Trennschalter und selbsttätige Umschaltung sehr weitgehende Sicherheiten geschaffen werden. Die Ofenregelung arbeitet selbsttätig und regelt in Abhängigkeit vom Primärstrom auf konstante Ofenleistung. Sie regelt im gewöhnlichen Betrieb die Ofenspannung, kann aber auch auf das Hubwindwerk der Elektrode umgeschaltet werden und arbeitet dann wie die üblichen Regeleinrichtungen der Lichtbogenöfen. Durch eine Druckknopfsteuerung kann jederzeit eine Regelung von Hand unter Überbrückung der Selbstregelung vorgenommen werden.

Die Transformatoren, deren Gewicht einschließlich Öl je Einheit 50 t beträgt, wurden seinerzeit im Beisein der Abnahmekommission der Russischen Handelsvertretung eingehenden Prüfungen unterzogen und haben diese in jeder Beziehung einwandfrei bestanden. Zur Zeit befinden sich beide Anlagen in Montage. *fi*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Die elektrodenlose Entladung nach Messung mit dem Kathodenoszillographen. — Einige Probleme des elektrischen Durchschlags in Gasen, die in neuerer Zeit eine besondere Rolle spielen, werden experimentell bei elektrodenlosen Entladungen untersucht.

Zwischen den Metallelektroden einer Funkenstrecke befinden sich zwei dünne Glasplatten, die durch einen Luftspalt voneinander getrennt sind (geschichteter Kondensator). Setzt man diese Funkenstrecke einer Stoßspannung (abgehackte Rechteckwelle oder unendlich lange Stoßwelle) aus, so kann man folgendes optisch beobachten: In dem dünnen Luftraum (1 mm) zwischen den Glasplatten tritt eine (elektrodenlose) Entladung auf, die aus vielen nadelartigen Kanälen von etwa 0,1 mm Dmr. besteht. Nimmt man als Glasplatten photographische Platten, so kann man auf ihnen deutlich die Fußpunkte der vielen diskreten Leuchtfäden (etwa 100) feststellen. Aus den aufgenommenen Oszillogrammen ersieht man, daß diese 100 selbständigen Entladungen alle, wenn auch nicht gleichzeitig, so doch merkwürdigerweise in einem sehr kleinen Zeitraum einsetzen. Legt man auf die Innenseite der Glasplatten Stanniolbelege und führt diese zum Kathodenoszillographen, so erhält man Einblick in den Charakter dieser Entladungen. Aus dem Oszillogramm berechnet sich die Ladungsmenge eines Entladungskanals bis zum Eintreten der negativen Charakteristik zu $2{,}3 \cdot 10^9$ Elektronen.

Nach den neueren theoretischen Betrachtungen über den elektrischen Durchschlag in Gasen von Rogowski reicht schon eine Elektrizitätsmenge von $10^7 \cdots 10^8$ Elektronen aus, um den Durchschlag einzuleiten. Die experimentellen Ergebnisse zeigen, daß tatsächlich schon eine Elektrizitätsmenge von $2{,}3 \cdot 10^9$ Elektronen den Durchschlag vollständig herzustellen vermag. Mit dem Durchschlag bildet sich ein leuchtender Kanal aus. Rogowski hat darauf hingewiesen, daß die Kanalabmessung mit der Schlagweite in einer gewissen Beziehung stehen muß, und schätzt sie bei kleinen Schlagweiten zu rd. $^1/_{10}$ des Elektrodenabstandes. Die Untersuchungen ergeben bei 1 mm Elektrodenabstand und etwa 0,1 mm Kanaldurchmesser größenordnungsmäßige Übereinstimmung mit den geschätzten Werten.

Nach den Rechnungen Rogowskis kann ein einziges Elektron bei Überspannungen den Durchschlagvorgang einleiten. Die Herkunft dieses Anfangselektrons ist noch ungeklärt. Zweifellos beobachtet man oft dann Durchschläge, wenn nach Größe des lichtelektrischen Effekts noch nicht anzunehmen ist, daß ein Anfangselektron lichtelektrisch ausgelöst wird. Bei obigen Untersuchungen gehen von einer Elektrodenfläche von 9 cm² 100 selbständige Entladungen aus. Es sind also 100 Anfangsmöglichkeiten vorhanden, die, da die Versuche in vollkommen abgedunkeltem Raume vorgenommen wurden, nicht nur lichtelektrisch ausgelöste Elektronen sein können. (K. Buss, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 4, S. 261.)

Zur Fourierschen Analyse von Funktionen mit Sprüngen, Ecken usw. — Bei Anwendung des von G. Koehler und A. Walther auseinandergesetzten Verfahrens[1], welches die Fourierkoeffizienten a_n und b_n einer mit Sprüngen, Ecken oder ähnlichen Besonderheiten behafteten Funktion $f(x)$ ohne Integrationen, durch bloße Betrachtung der Unstetigkeiten der Funktion $f(x)$ selbst und ihrer Ableitungen $f'(x), f''(x), \ldots$ zu bestimmen gestattet, ergeben sich, worauf R. Feinberg hingewiesen hat[2], zuweilen unendliche Reihen, die nur für gewisse n konvergieren. Deshalb wird hier ausdrücklich bewiesen und an Beispielen erläutert, daß die gefundenen Ausdrücke für a_n und b_n nicht nur, wie es zunächst scheint, beschränkt, sondern allgemein gelten. So lassen sich auch solche a_n und b_n, die in der Form 0/0 auftreten, nach der bekannten Regel durch Differenzieren von Zähler und Nenner gewinnen und $a_0/2$ ohne Integration durch Einsetzen von $n = 0$. — Das in der eingangs genannten Arbeit[1] beschriebene Verfahren wurde A. Eagle in Manchester (1925) zugeschrieben. Es ist jedoch schon vorher unabhängig von Eagle teilweise 1918 durch T. Lalesco in Bukarest und vollständig seit 1920/21 durch E. Abason in Bukarest angegeben worden. (A. Walther, Arch. Elektrotechn. Bd. 27, H. 1, S. 19.)

Bahnen und Fahrzeuge.

Verschiebelokomotive der Österreichischen Bundesbahnen. — Die Dampflokomotive arbeitet im Verschiebedienst mit seinen vielen Standzeiten wenig wirtschaftlich: Ihr Kohlenverbrauch beträgt dabei etwa 3 ··· 5mal so viel je tkm wie im Streckenbetrieb. Daher stehen vielfach für diesen Dienst dieselelektrische, Oberleitungs- oder Speicherlokomotiven und solche verschiedener anderer Bauarten im Betrieb. Die Österreichischen Bundesbahnen haben diesen Zusammenhängen stets eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet und konnten sich auf Grund der vorhandenen Erfahrungen sowie eigener Versuche und Erwägungen dazu entschließen, den Verschiebedienst, soweit angängig, innerhalb ihres mit Einphasenwechselstrom von 15 000 V, 16⅔ Hz betriebenen Netzes durch besonders für diesen Zweck entworfene Oberleitungslokomotiven versehen zu lassen.

[1] Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 747 (1931); Ref.: ETZ 1932, S. 946.
[2] Arch. Elektrotechn. Bd. 27, S. 15 (1933).

Digitized by Google

Von diesen Lokomotiven wurden 1925 3 Stück bei der AEG-Union bzw. Wiener Lokomotivsfabrik bestellt. Heute stehen schon 21 im Dienst. Es sind D-Lokomotiven mit einem hochliegenden Zahnradmotor. Von der Blindachse wird die 3. Achse mit einer Kuppelstange angetrieben. Alle Achsen sind untereinander gekuppelt. Es beträgt:

Motorstunden-/Dauerleistung	950/775 PS
Stunden-/Dauerzugkraft am Rad	9600/6900 kg
Höchstgeschwindigkeit	40 km/h
Dienstgewicht	56,0 t.

Die zweite und vierte Achse sind fest, die beiden anderen sind um ± 25 mm seitlich verschiebbar, so daß noch Bogen von 90 m Halbmesser durchfahren werden können.

Alle Anordnungen im Führerstand sind so getroffen, daß der Führer sämtliche Schaltmaßnahmen, die er an dem einen, z. B. dem vorderen Fahrschalter begonnen hat, auch an dem anderen ohne weiteres fortsetzen kann. Ihm bleiben sämtliche Fahrschalter-Betätigungsgriffe bequem erreichbar, auch wenn er sich zum Fenster hinausbeugt. Die Steuerung mußte eine feine Regelbarkeit mit schneller Schaltfähigkeit vereinigen. Sie erfolgt daher durch elektropneumatische Schütze. Im übrigen ist von der elektrischen Ausrüstung ganz besonders der Motor beachtenswert. Er hat 12 Pole, eine höchste Betriebsdrehzahl von 900 U/min, 830 mm Kommutator-Dmr. und 456 Kommutatorstege. Obwohl die transformatorische EMK, wie heute allgemein üblich, etwas über 3 V_{eff} beträgt, sind die Bürsten doch 16 mm breit, decken also etwa 2,8 Stegteilungen. Trotzdem ist die Stromwendung auch bei den niedrigsten Geschwindigkeiten, auf die es ja gerade bei einer Verschiebelokomotive ganz besonders ankommt (in dem Dienst auf dem Ablaufberg beträgt die Geschwindigkeit nur etwa 2 km/h!) einwandfrei. Für jeden, der sich mit dem Entwurf von Verschiebelokomotiven befaßt, ist die vorliegende Arbeit unentbehrlich, weil sie ausführliche Zusammenstellungen über die im Verschiebedienst wichtigen Leistungszahlen, sowohl die an anderer Stelle als auch die mit den besprochenen Lokomotiven gewonnenen, und einen eingehenden Literaturnachweis bringt. Die gute Bewährung der Maschinen erweist den Wert der sorgfältigen Entwurfsarbeiten. (A. Winkler, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50, S. 37.) *Tf.*

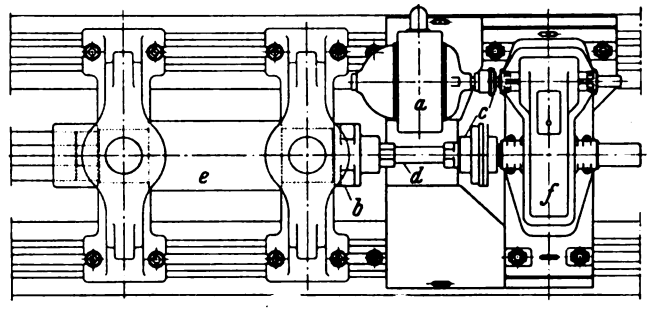
Die Strom- und Spannungsoberwellen im schlesischen Reichsbahnnetz. — Das schlesische Bahnnetz wird vom Reichsbahn-Kraftwerk Mittelsteine über 80 kV-Fernleitungen mit Einphasen-Wechselstrom von 16⅔ Hz gespeist. Die Fahrleitungsspannung beträgt 15 kV. Umfangreiche oszillographische Messungen an verschiedenen Punkten des Netzes ergaben, daß die Ströme und Spannungen von der Sinusform z. T. beträchtlich abweichen, also starke Oberwellen enthalten. Die Hauptursachen dieser Erscheinung sind hohe Eisensättigung der Netzglieder und Nutenpulsationen der Fahrzeugmotoren. Als Oberwellenerzeuger haben sich sämtliche Transformatoren herausgestellt, besonders die aus Gründen der Gewichtsersparnis sehr hoch gesättigten Lokomotivtransformatoren. Ihrem Einfluß ist es hauptsächlich zuzuschreiben, daß betriebsmäßig Oberwellenamplituden bis zu 14 % der Fahrdrahtspannung auftreten. Im übrigen steigt dieser Wert mit der Anzahl der eingeschalteten Lokomotiven und fällt mit zunehmender Belastung. In allen Fällen erreicht die 3. Harmonische (50 Hz) die höchsten Hundertsätze. Die Amplituden der übrigen Oberwellen nehmen mit wachsender Frequenz ab.

Die Fahrmotoren bringen bei hoher Eisensättigung ähnliche Kurvenverzerrungen mit sich, ferner sind sie gleichzeitig Erzeuger von Nutenoberwellen, deren Amplituden Höchstwerte von etwa 2,5 % der Fahrdrahtspannung bei Frequenzen von 500 ··· 600 Hz erreichen. Oberwellen können die Kommutierung der Bahnmotoren erheblich verschlechtern und stören den Fernmeldebetrieb. In der Arbeit werden daher auch Maßnahmen zur Beseitigung der Kurvenverzerrung an Hand von Meßergebnissen untersucht. Ein Mittel, um ohne Änderung der Netzanlage die von der Eisensättigung herrührenden Oberwellen merkbar herabzusetzen, besteht darin, daß man die Kraftwerkspannung um 10 ··· 15 % senkt. Wo dies wegen zu hoher Leitungsverluste nicht angängig ist, empfiehlt sich der Einbau von Siebkreisen, durch welche die Oberwellenenergie gleichzeitig für Beleuchtungszwecke nutzbar gemacht werden kann. (O. Kaspe-rowski, Dr.-Ing.-Dissertat. T. H. Breslau 1932.) *Sb.*

Bergbau und Hütte.

Elektrische Bremsvorrichtung für Feinblechwalzwerke. — Die erste elektrische Bremsvorrichtung, die von der Freyn Engineering Co. für die Michigan-Blechwalzwerke der Great Lakes Corporation geliefert wurde, hat sich während einer Betriebszeit von 15 Monaten glänzend bewährt. Dieselbe wurde am Ende der Walzenstraße von vier Gerüsten aufgestellt und dient dazu, den toten Gang im Walzwerk zu verhindern und gleichzeitig zur Wiedergewinnung von 75 ··· 80 kW, die in der früher benutzten Reibungsbremse verloren gingen. Abb. 4 zeigt die Anordnung. Die Einrichtung besteht aus einem Generator und Zahnradgetriebe auf einer gemeinsamen Grundplatte, die auf den Sohlplatten der Walzenstraße angeschraubt ist. Das Zahnradgetriebe ist mit der letzten unteren Walze durch eine besondere Spindel und nachgiebige Kupplung verbunden. Durch das Getriebe wird die Walzengeschwindigkeit von 29 U/min auf 860 U/min für den Generator gebracht. Der Generator ist ein 81 kW-Induktionsgenerator für 720 U/min mit für Synchrongeschwindigkeit gewickeltem Anker, dessen Stromerzeugung durch einen sekundären Widerstand geregelt wird. Der Generator wird mit einer Geschwindigkeit von 5 ··· 23 % über der Synchrongeschwindigkeit betrieben, je nach der Geschwindigkeit des Hauptantriebsmotors, die sich nach der Belastung richtet.

Eine konstante Stromerzeugung des Generators erhält man mittels eines selbsttätigen Reglers, der den Widerstand in Serie mit der Ankerwicklung regelt. Dieser Regler besteht aus einem Relais, das in Tätigkeit tritt, wenn die Leistung des Generators eine vorherbestimmte Höhe unter- oder überschreitet. Die Einstellung dieses Relais läßt sich leicht verändern, so daß die Leistung des Generators auf jedes gewünschte Maß innerhalb der Leistung der Einrichtung eingestellt werden kann. Es ist daher möglich, das Bremsdrehmoment auf jeden gewünschten Wert einzustellen, mit dem Ergebnis, daß dieses Bremsdrehmoment dauernd ohne weitere Bedienung unabhängig von dem Zustand des Walzwerks aufrecht erhalten bleibt. Bei 75 kW Leistung und 300 Arbeitstagen jährlich werden tatsächlich 540 000 kWh Strom erzeugt, was bei 0,05 RM je kWh eine Ersparnis von 27 000 RM bedeutet.



a Generator *b, c* Kupplungen *d* Welle *e* Bodenrolle *f* Getriebe

Abb. 4. Elektrische Bremsvorrichtung für Feinblechwalzwerke.

Außer der Verhinderung des toten Ganges und Wiedergewinnung von Kraft, die früher verloren ging, gestattet die elektrische Bremsvorrichtung die Einstellung des Bremsdrehmomentes auf eine genaue Höhe, die dem Walzwerksbetrieb entspricht, verhindert daher ein übermäßiges Bremsdrehmoment und verringert den Stromverbrauch des Antriebsmotors. Ferner fallen bei der elektrischen Bremsvorrichtung der dauernde Ersatz von Hartholzbremsklötzen und das Kühlwasser für die Bremse fort. (Freyn Design Bd. 10 (1932), S. 13.) *Jll.*

Fernmeldetechnik.

Ein Schleifenversuch mit Trägerstromtelephonie in unbespulten Fernkabeln. — In der Zeitschrift Electrical Engineering vom Juli 1933 berichten Clark und Kendall über einen Schleifenversuch mit Trägerstromtelephonie in unbespulten Fernkabeln. Zur Verfügung standen 68 Doppeladern mit 1,3 mm Dmr. in einem 40 km langen Fernkabel, dessen Anfang und Ende im gleichen Verstärkeramt (Morristown, N. J. V. S. Amerika) eingeführt waren. Es konnten also 34 · 40 = 1360 km Vierdrahtleitung gebildet werden, die mit 9 Trägerstromkanälen: 4 ··· 8, 8 ··· 12, 12 ··· 16, . . ., 36 ··· 40 kHz belegt wurden. Es wurde nur ein Seitenband übertragen und die Trägerfrequenz für die

Digitized by Google

Übertragung unterdrückt und am Ende wieder zugesetzt. Für den Hin- und Rückweg jeder Leitung wurde das gleiche Frequenzband benutzt.

Bei einer praktischen Anwendung würde man nach dem Urteil der Verfasser für die beiden Sprechrichtungen getrennte Kabel benutzen. Durch Messungen wurde festgestellt, daß die Nebensprechdämpfung schon genügend hoch sein würde, wenn man die beiden Kabel in benachbarte Zementkanäle legen würde. Deshalb schließen die Verfasser auch, daß man die Leitungen entgegengesetzter Gesprächsrichtung unter einem Bleimantel vereinigen könnte, wenn man sie zu zwei geschlossenen Bündeln verseilt und diese gegeneinander abschirmt. Bei den Versuchen waren Nebensprechstörungen zwischen Leitungen, die in der Praxis entgegengesetzte Gesprächsrichtung haben würden, dadurch vermieden, daß die beiden Wege der Vierdrahtschleife in derselben Richtung durch die Kabelschleife verliefen.

Störungen durch Gegen-Nebensprechen (zwischen Leitungen gleicher Gesprächsrichtung) wurden bei dem Versuchskabel dadurch vermieden, daß die für Trägerstrom benutzten 1,3 mm-Doppeladern zwischen 0,9 mm-Viererseile eingebettet waren, die nur für die Übertragung von Sprechfrequenzen bestimmt waren. Die Tatsache, daß die in Leitungen gleicher Gesprächsrichtung auftretenden einzelnen Nebensprechströme (im Unterschied zu einzelnen Nebensprechströmen bei Leitungen entgegengesetzter Gesprächsrichtung) am Ende der gestörten Leitung sämtlich zur gleichen Zeit ankommen, macht es möglich, die Gegen-Nebensprechkopplungen durch entgegengesetzt gleiche, die nur an einigen wenigen Stellen anzubringen sind, auszugleichen. Bei diesem Versuche wurde ein Ausgleich des Gegen-Nebensprechens nur an einer Stelle, in der Mitte jeder 40 km-Schleife, vorgenommen durch Kondensatoren und Lufttransformatoren, die in einer wetterfesten Hütte untergebracht waren. Dieser Ausgleich wirkte so gut, daß die Verfasser schließen, die Trennvierer aus 0,9 mm-Adern wären überflüssig und könnten in Zukunft weggelassen werden, auch wenn man ein sehr viel breiteres Frequenzband übertragen wolle als bis 40 kHz.

Die Dämpfung für eine mittlere Trägerfrequenz (20 000 Hz) beträgt für die 1,3 mm-Doppelleitungen 0,113 Neper/km; für eine Schleife von 1360 km also 153,6 Neper. Diese hohe Gesamtdämpfung wurde nach Angabe der Verfasser in ihrem Frequenzgang durch die Dämpfungsentzerrer so vollkommen entzerrt und in ihrer Temperaturabhängigkeit durch selbsttätige Temperaturausgleicher so vollkommen ausgeglichen, daß es möglich war, die durch die 9 Kanäle gebildeten 9 Fernsprechleitungen hintereinander zu schalten; dabei ergab sich eine Restdämpfungskurve, die in Abhängigkeit von der Frequenz nur um 0,1 ··· 0,2 Neper schwankte. Um diesen Erfolg der Dämpfungsentzerrung und des Temperaturausgleichs zu würdigen, muß man sich vergegenwärtigen, daß die Reihenschaltung der 9 Kanäle eine Leitung von $9 \cdot 1360 = 12\,240$ km Länge darstellte mit einer Gesamtdämpfung von 12 240 $\times$ 0,113 = 1382 Neper. Diese Gesamtdämpfung bedeutet ein Verhältnis von Ausgangsleistung zu Eingangsleistung von $1 : 10^{1200}$ (eins zu zehn hoch zwölfhundert); dieses Leistungsverhältnis schwankt unter dem Einfluß der Kabeltemperatur wie $1 : 10^{48}$ (eins zu zehn hoch achtundvierzig); denn im Kabel treten im Lauf des Jahres Temperaturänderungen von ± 10 ° C auf, und bei 10 ° C ändert sich der Kupferwiderstand um 4 %. (Clark u. Kendall, Electr. Engng. Bd. 52, S. 477.) *Dk.*

Verhalten von Wellenfiltern bei Belastung durch gesättigte Eisendrosseln. — Bei nichtlinearer Endbelastung von Wellenfiltern treten Verzerrungen der Kurvenform von Spannung und Strom am Ende der Kette ein. Um eine Vorausbestimmung der wichtigsten Oberwellen zu ermöglichen, wird ein analytisch-graphisches Verfahren entwickelt. Es wird zunächst ein allgemeiner Vierpol mit Belastung durch eine gesättigte Eisendrossel untersucht. Unter vereinfachenden Voraussetzungen über die auftretenden Oberwellen und der Annahme, daß die Belastungskennlinie bekannt sei, gelingt es, Grund- und Oberwelle der Endspannung zu bestimmen. Die Rechnung wird für eine Spulenleitung im einzelnen durchgeführt. Für die Belastungskennlinie wird an Hand eines analytischen Ausdruckes der Magnetisierungskurve die Fourier-Analyse durchgeführt. Auf Grund der experimentellen Untersuchungen erweist es sich als notwendig, Grund- und Oberwellen der Endspannung in zweiter Näherung zu berechnen. Die entstehenden Gleichungen sind analytisch nicht lösbar. Es werden Kurven angegeben, die es gestatten, 1. die Grundwelle der Endspannung als Funktion der Anfangspannung, 2. die Oberwelle der Endspannung in Abhängigkeit von der Grundwelle zu bestimmen. Die Versuche bestätigen die Theorie innerhalb der Voraussetzungen. Das entwickelte Verfahren läßt sich entsprechend für alle Wellenfilter mit beliebiger nichtlinearer Endbelastung (Röhre, Gleichrichter usw.) durchführen, falls die Belastungskennlinie analytisch oder graphisch bekannt ist. (H. Waßmann, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 11, S. 745.)

Meßgeräte und Meßverfahren.

Eine neue Bauart des Kathodenoszillographen. — Die Entwicklungsarbeiten der letzten Jahre ermöglichten große Vereinfachungen in Bau und Bedienungsweise des Kathodenoszillographen. Abb. 5 zeigt einen im Aachener Elektrotechnischen Institut konstruierten Oszillographen mit kalter Kathode, der zentriert ausgeführt ist und in seinem oberen Teile durch weitgehende Verwendung von Eisen als Baustoff gegen störende Einflüsse des Erdfeldes abgeschirmt wird. Erdfeldspulen oder Verstellvorrichtungen erübrigen sich infolgedessen, womit die Bedienung des Apparates wesentlich erleichtert wird. Das Entladungsrohr ist so ausgebildet, daß die Kathode starr mit der Anode verbunden und in der Oszillographenachse ausgerichtet ist. Das Auswechseln der Kathode kann nach Entfernung einer Fettschliffdichtung ohne jegliche Pizeinkittung erfolgen. Der Oszillograph ist mit elektrostatischer Strahlsperrung, Vorkonzentrierung und Aufnahmekammer für Innenphotographie und Außenaufnahme mit Linse und Kamera ausgerüstet. Glasteile und Pizeindichtungen sind weitgehend vermieden, wodurch der Zusammenbau des Apparates wesentlich erleichtert wird. (H. Boekels, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 6, S. 453.)

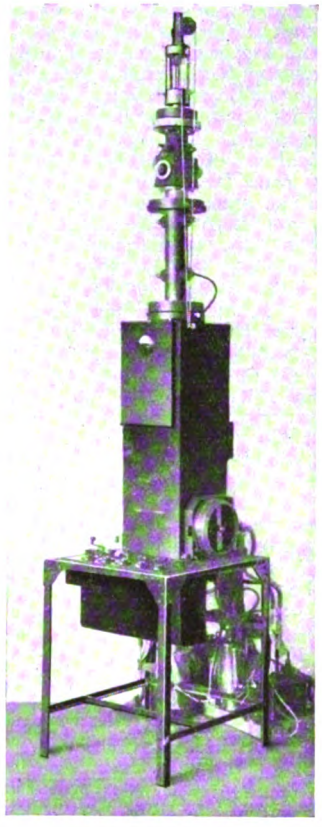


Abb. 5.

Hochspannungstechnik.

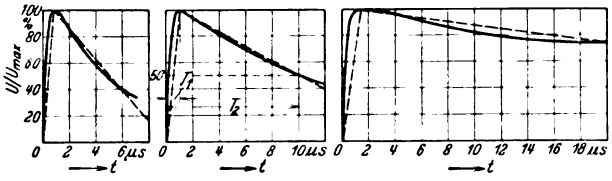
Amerikanische Vorschläge für Prüfung mit Spannungstößen. — Es wird über die Ergebnisse der Beratungen des Unterkomitees „Lightning and Insulators" im „A. I. E. E. Committee of Power Transmission and Distribution" betreffend Einführung einer Prüfung mit Spannungstößen berichtet. Die Notwendigkeit der Stoßüberschlagsprüfung folgt aus der Erkenntnis, daß die meisten Isolatorüberschläge den Stoßbeanspruchungen atmosphärischer Natur zuzuschreiben sind. Das Unterkomitee empfiehlt zur Beurteilung der Stoßfestigkeit von Isolatoren Überschlagsprüfungen mit den folgenden 3 Normalwellen auszuführen:

Normalwelle Nr.	Anstiegdauer T_1 in μs	Halbwertsdauer T_2 in μs
1	1	5
2	1	10
3	1,5	40

Wenn auch die Wellenformen der beobachteten Gewitterüberspannungen hinsichtlich Stirn- und Rückenlänge in weitem Bereich schwanken, so geben doch die drei vorgeschlagenen Normalwellen im Mittel die bei Überspannungen atmosphärischen Ursprungs herrschen-

Digitized by Google

den Verhältnisse näherungsweise wieder und lassen sich in Stoßprüfanlagen gut herstellen, was durch Kathodenstrahl-Oszillogramme nachgewiesen wird. Aus Abb. 6 ··· 8 ersieht man die geringfügigen Abweichungen des aus den Konstanten des Stoßgenerators und Prüfstromkreises errechneten Wellenverlaufes von der theoretischen Form der 3 Normalwellen. Die Streuung für die Verteilung der Stoßüberschlagspannungen um den Mittelwert wird entsprechend den Meßergebnissen der einzelnen Laboratorien für die kurze Normalwelle (Abb. 6) zu 20 %, für die beiden anderen Normalwellen (Abb. 7 u. 8) mit längerem Rücken zu 5 % geschätzt. Man hält nach Verbesserung der Prüfverfahren eine erhebliche Verminderung die-



— — — theoretisch ——— aus Stoßanlage berechnet

Abb. 6 ··· 8. Normale Prüf-Stoßwellen.

ser Streuwerte für möglich. Um die richtige Abstufung der Isolation einer Anlage bezüglich ihrer Sicherheit gegen Gewitterüberspannungen beurteilen zu können, wird empfohlen, Isolatoren aller Art der Stoßspannungsprüfung zu unterwerfen und als Kriterium die Stoßüberschlags-Kennlinie zu betrachten. Diese gibt die Stoßüberschlagsspannung abhängig von der Zeit an, bis zu der ein Überschlag entweder an der Wellenstirn oder am Wellenrücken erfolgt. Die Überschlags-Kennlinien sollten für veränderliche Scheitelhöhe und Wellenform (Anstieg- und Halbwertdauer) bestimmt werden. Es empfiehlt sich, die Stoßprüfungen mit positiver Spannungswelle auszuführen, da bei dieser erfahrungsgemäß die Stoßfestigkeit der Isolatoren im allgemeinen geringer ist als bei Beanspruchung mit negativen Stößen. (Electr. Engg. Bd. 52, S. 17.) *Jt.*

Energiewirtschaft.

Aus der nordamerikanischen Elektrizitätsversorgung. — L. W. Morrow hat kürzlich in einem Redaktionsbericht der Electr. Wld., N. Y.[1] auf die erheblichen Unterschiede zwischen den Preisen hingewiesen, zu denen große Stromlieferungsunternehmen der V. S. Amerika die elektrische Arbeit von den einzelnen Kraftwerken beziehen. Als Beispiel führt er an, daß einer im Osten tätigen Gesellschaft 1931 rd. 837 Mill kWh von 21 Werken geliefert sind, deren 11 ihre gesamte Produktion an das Unternehmen abgegeben haben, der Rest erreichte im Einzelfall noch nicht 1 Mill kWh. Dabei kostete der Strom der größeren Werke 0,48 ··· 3,96 Pf/kWh, während die Durchschnittspreise der von den kleineren bezogenen elektrischen Energie zwischen rd. 0,5 und bei Bezug in Zeiten hohen Bedarfs rd. 70 Pf (?) schwankten. Für sekundäre hydraulisch gewonnene Arbeit wurden im Mittel 0,42 bis 0,63 Pf, für erhebliche Mengen sekundären Dampfstroms 1,05 ··· 1,34 und für andere beträchtliche Quantitäten aus Wärme erzeugter Elektrizität 2,1 ··· 2,8 Pf/kWh bezahlt. Eine feste Menge Wasserkraftstrom erwarb die Gesellschaft zu rd. 3,4 ··· 4,2 Pf, doch war es ihr meist möglich, einem bedeutenden Verbrauchsgebiet feste Quantitäten elektrischer Arbeit billiger zur Verfügung zu stellen. Nach Ansicht des Verfassers verlangen diese auffallenden Unterschiede, deren Ursache in einer großen Anzahl von Faktoren zu suchen sei, eine sehr verständnisvolle Betriebs- und Lastverteilungsorganisation.

Ein weiterer Bericht der genannten Zeitschrift[2] hat eine Untersuchung des U. S. Geological Survey zum Gegenstand, derzufolge Diesel- und andere Verbrennungsmaschinen im Jahr 1929 rd. 14 % des von den öffentlichen Elektrizitätswerken der V. S. Amerika verbrauchten Brennöls konsumiert haben, u. zw. von insgesamt 1,447 Mill t (10,124 Mill barells; 7 barells = 1 t) 0,202 Mill t, während 1,245 Mill t auf Dampfmaschinen entfielen. Der Ölverbrauch letzterer war mit 0,483 Mill t am größten im Pacific-Gebiet und sodann in Südatlantik (0,304 Mill t). Für die Verbrennungsmaschinen ergab sich ein Höchstkonsum in den südwestlichen (0,072 Mill t) und den nordwestlichen Zentralstaaten (0,061 Mill t). Manche Teile der Union verwenden zur Gewinnung elektrischer Arbeit viel mehr Öl als Kohle, Florida z. B. ersteres nahezu ausschließlich. *fm.*

[1] Bd. 100, S. 395.
[2] Bd. 100, S. 398.

AUS LETZTER ZEIT.

Steigender Stromverbrauch Berlins. — Anläßlich der Aufsichtsratssitzung der Berliner Licht und Kraft AG., die kürzlich stattgefunden hat, machte der Vorsitzende, Bürgermeister Dr. Maretzky, einleitend bemerkenswerte Ausführungen über das Ansteigen des Berliner Elektrizitätsverbrauchs. Zum ersten Mal seit 1929 sei die rückläufige Bewegung im Stromabsatz nicht nur zum Stillstand gekommen, sondern darüber hinaus ein Ansteigen des Stromverbrauchs erzielt worden. Gegenüber den gleichen Monaten des Vorjahres betrug die Zunahme im Mai dieses Jahres 1,8 %, im Juni 2,5 % und im Juli 4,1 %.

Errichtung und Inbetriebnahme neuer Rundfunksender. — Der neue, auf 1,5 kW (d. h. das Sechsfache) verstärkte und mit neuzeitiger Antennenanlage versehene Rundfunksender Bremen ist soweit fertiggestellt, daß er am 7. oder 8. X. in Betrieb gestellt werden kann. Der Sender arbeitet künftig im norddeutschen Gleichwellennetz mit Flensburg und Hannover zusammen auf Welle 1319 kHz (227,4 m). Der vorgesehene Anschluß von Magdeburg und Stettin an dieses Gleichwellennetz wird erst am 15. I. 1934 (Tag des Inkrafttretens des Luzerner Wellenplans) durchgeführt. Diese beiden Sender werden daher bis dahin auch nach Stillegung des Zwischensenders Berlin O im Dezember d. J. (bei Inbetriebnahme des Großsenders Berlin) auf der jetzigen Welle 1058 kHz (283,6 m) weiter betrieben.

In dem norddeutschen Gleichwellennetz ist für Frühjahr 1934 ferner die Errichtung neuer 1,5 kW-Sender für Stettin und Flensburg vorgesehen. Der Rundfunksender Kiel, für den wegen der Wellenfrage nur der Anschluß an das norddeutsche Gleichwellennetz in Frage käme, wird bei Inbetriebnahme des Hamburger Großsenders mit 100 kW am 15. I. 1934 stillgelegt. Dies ist angängig, weil die Stadt Kiel vom Hamburger Großsender in dem dichtbebauten Teil nördlich des Kieler Rathauses gleich guten Empfang haben wird wie vom jetzigen Kieler Sender. Für die Versorgung von Schleswig-Holstein würde wegen des im Gleichwellenbetrieb unvermeidlichen Verwirrungsgebiets zwischen Flensburg und Kiel die Beibehaltung des Kieler Senders im Gleichwellennetz nur schädlich sein. Dagegen wird die beabsichtigte Verstärkung des Flensburger Senders die Empfangsverhältnisse in der Nordmark günstiger gestalten.

Glühlampen- und Radioröhren-Fabrikation in Ungarn. — Im letzten Produktionsjahr (bis einschl. Juli 1933) haben lt. I und H. die ungarischen Glühlampenfabriken 5,7 Mill. St. Glühlampen und 568 000 St. Röhren hergestellt. Der weitaus größte Teil wurde ausgeführt (4,8 Mill St. Glühbirnen und 550 000 St. Röhren).

Ausbau und Verstaatlichung des französischen Rundfunkwesens. — Die französische Regierung beabsichtigt, das Rundfunkwesen Frankreichs in großem Maßstabe auszubauen und zu verstaatlichen. Der Minister für Post und Telegraphie hat kürzlich in einem Vortrag die Einzelheiten dieses Riesenprojektes bekanntgegeben. Zunächst wird Radio-Paris, das heute eine private Gesellschaft ist, eine staatliche Station werden, deren Leistung bis auf 150 kW ausgebaut werden soll. Die dem Staat gehörende Pariser Station wird schon jetzt auf eine Leistungsfähigkeit von 120 kW gebracht. Nach dem Projekt sollen noch 12 starke örtliche Rundfunkstationen mit je einer Leistung zwischen 60 ··· 120 kW errichtet und vom Staat betrieben werden. Einige dieser örtlichen Stationen sind bereits im Bau und sollen im Jahre 1934 in Dienst gestellt werden. Die Aufbringung der Mittel für den Ausbau des französischen Rundfunkwesens ist durch die Steuern auf Radioapparate verbürgt, deren Einführung in Frankreich kürzlich erfolgt ist.

Eskimokraftwerk. — Die Notiz in der ETZ 1933, S. 712, wird dahin berichtigt, daß ein Neubau eines Kraftwerkes nicht geplant ist. Das staatliche Kraftwerk Porjus im Luleälv-Fluß nördlich des Polarkreises wurde bereits Anfang 1915 in Betrieb genommen und dient der Stromversorgung der elektrischen Reichsgrenzbahn, der Erzgewinnungstätten in Kiruna und Gällivare sowie der Ortschaften, namentlich an der nördlichsten Küste des Bottnischen Meerbusens. Die Provinz Norrbotten, welche als Abnehmer in Frage kommt, hat bei einem Flächeninhalt von 106 000 km² nur 200 000 Einwohner, davon etwa 4500 nomadisierende Lappen. Eskimos sind dagegen in Schweden nicht zu finden. Der Maschinensaal in Porjus befindet sich 50 m unter der Erde. Die Wasserzufuhr erfolgt durch einen Bergtunnel von 525 m Länge und 50 m² Querschnitt. Ein zweiter solcher Tunnel ist im Bau.

Digitized by Google

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

25jähriges Bestehen der Hessischen Elektrotechnischen Gesellschaft Darmstadt.

Sonnabend, den 9. September 1933, beging die Hessische Elektrotechnische Gesellschaft Darmstadt die Feier ihres 25jährigen Bestehens, zu der im großen Hörsaal des Elektrotechnischen Instituts der Technischen Hochschule Darmstadt außer den Vertretern der Regierung, der Stadt, der T. H. und nahestehender Verbände eine große Zahl von Mitgliedern erschienen war. In Vertretung des verhinderten 1. Vorsitzenden begrüßte der stellvertretende Vorsitzende, Prof. Schneider, die Erschienenen und gab in kurzen Worten einen Überblick über die Tätigkeit der Gesellschaft in den verflossenen 25 Jahren, wobei er die Gründer der ETG und ihre bedeutenden Förderer, wie Kittler, Wirtz, Petersen, Sengel und Hesse, gebührend hervorhob. Den Festvortrag hatte Se. Magnifizenz Prof. Dr. Busch übernommen. Er sprach über das Thema „Wissenschaftliche Grundlagen der elektrischen Fernübertragung von Sprache und Musik". Die interessanten Ausführungen wurden von dem Vortragenden durch eine Reihe überzeugender Experimente lebhaft unterstützt. Im Anschluß an die Festversammlung fanden gesellige Veranstaltungen statt.

Aus Anlaß des 25jährigen Bestehens hat die Hessische ETG eine Festschrift herausgegeben, in der die 25jährige Tätigkeit der Gesellschaft sowie die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft im vormaligen Großherzogtum Hessen behandelt sind.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Chemnitz. 12. X. 1933, abds. 7½h, Staatl. Akademie für Technik, Eing. Bahnhofseite, Hörsaal 199: Vortrag Dipl.-Ing. Kröll, Mannheim, „Bau von Schnellreglern und ihre Anwendung".

Elektrotechn. Gesellschaft zu Danzig. 9. X. 1933, abds. 8h, Elektrot. Inst. der T. H. Danzig: Vortrag Prof. Dr.-Ing. W. Seiz, Danzig, „Erzeugung von hohen Gleichspannungen und von Spannungsstößen". (Mit Vorführ.)

Elektrotechn. Verein des rhein.-westf. Industriebezirkes, Duisburg. 11. X. 1933, abds. 7½h, Weißer Saal der Gesellschaft „Casino": Vortrag Dir. C. Schiebeler, Berlin, „Neuerungen bei el. Ausrüstungen für Krane, Aufzüge und stetige Förderer".

Elektrotechn. Verein Königsberg. 9. X. 1933, abds. 8h, Hörsaal des I. Phys. Inst. der Universität, Steindamm 6: Vortrag Obering. G. Scharowsky, Berlin, „Über el. Probleme der Energieverteilung und Umformung in industriellen Anlagen".

Elektrotechn. Gesellschaft Magdeburg. 17. X. 1933, abds. 8¼h, Festsaal der Ver. Techn. Staatslehranstalten, am Krökentor 1: Vortrag Dr. von Mangoldt, Berlin, „Über die Anwendungsmöglichkeiten hochgespannten Gleichstroms für die Kraftübertragung".

Württ. Elektrotechn. Verein, Stuttgart. 18. X. 1933, abds. 8h, Vortragsaal des Landesgewerbeamtes, Eing. Lindenstraße: Vortrag Obering. Voigt, Berlin, „Verkehrsregelung und Warnsignal-Anlagen für den Luftschutz".

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

E. Bürgin †.

Vor kurzem starb in Basel im Alter von 85 Jahren Herr Emil Bürgin. In ihm ist einer der frühesten Pioniere der Elektrotechnik hingegangen. Er brachte Ende der 70er Jahre des vorigen Jahrhunderts die nach ihm benannte dynamoelektrische Maschine heraus, die sich an die Modelle Niaudet, Wallace-Farmer und Lontin anlehnte und durch eine Reihe von gegeneinander versetzten Induktorsternen gekennzeichnet war[1]. Sie wurde s. Z. besonders von R. E. Crompton in England ausgeführt. Weiterhin schuf Bürgin s. Z. auch verschiedene Modelle elektrischer Bogenlampen mit Selbstregelung.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Dieselgeneratoren mit Abwärmeverwertung für die Eigenbedarfanlagen von Dampf-Großkraftwerken.

I.

In seinem Aufsatz (ETZ 1933, S. 97) macht Herr GERCKE den Vorschlag, für die Erzeugung des Eigenbedarfs in Großkraftwerken Dieselmaschinen an Stelle von Dampfturbinen aufzustellen. Herr GERCKE versucht in längeren Ausführungen und Rechnungen den Beweis dafür zu liefern, daß wärmewirtschaftlich die Eigenerzeugung mit Dieselmaschinen vorteilhafter ist als die Dampferzeugung, sofern die Dieselabwärme zur Vorwärmung des Kesselspeisewassers verwandt wird. Das Ergebnis, zu dem Herr GERCKE kommt, besagt, daß im Speisewasserkreislauf ein Mehrfaches der Wärme zurückgewonnen wird, als in der Dieselabwärme zur Verfügung stand. Eine solche Feststellung widerspricht wärmetechnischen und physikalischen Gesetzen. Der Fehler beruht darin, daß Herr GERCKE die wärmetechnischen Verhältnisse eines Dampfbetriebes im Gegendruck und bei Kondensation miteinander vermengt. Bei der Ermittelung des Mehraufwandes für Dieselbetrieb wird die in Dampfturbinen erzeugte Eigenbedarfsarbeit mit 4000 kcal/kWh belastet, d. h. die Werte für Kondensationserzeugung eingesetzt. Auf der anderen Seite wird bei der Ermittelung des Rückgewinns durch die Dieselabwärme von der Erzeugung der Eigenbedarfsarbeit durch Vorwärmmaschinen (also Gegendruckturbinen) ausgegangen. Es hätte also nicht mit einem Wert von 4000 kcal/kWh Eigenbedarfsarbeit gerechnet werden dürfen, sondern nur mit etwa 1200 kcal/kWh.

Ohne nun für oder gegen die Verwendung von Dieselmaschinen zur Erzeugung der Eigenbedarfsarbeit in Dampfkraftwerken Stellung zu nehmen, soll im folgenden gezeigt werden, wie das Ergebnis in Wirklichkeit aussieht:

1. Richtigstellung der Rechnung.

Wir schließen uns dem etwas umständlichen Rechnungsgang an, den Herr GERCKE zu seiner Beweisführung benutzt, und übernehmen folgende Voraussetzungen:

Wir unterscheiden:

	Fall 1	Fall 2	Fall 3
Eigenbedarf in % der Nutzarbeit des Werkes	2,5	3,5	4,5
mittlerer Dampfverbrauch für die Eigenbedarfsarbeit bei Turbinenantrieb	4,5 kg/kWh		
Wirkungsgrad der Dieselanlage unter Vernachlässigung der Abwärmeverwertung	34,4 %		
Brennstoffpreise je 10 000 kcal			
Kohle	2,78 ··· 4,17 Rpf.		
Treiböl	11 ··· 13 „		

Unter Berücksichtigung dieser Ausgangswerte ergeben sich als notwendige Wärmegewinne je Kilowattstunde Nutzabgabe dann folgende Zahlen. Hierbei werden als „notwendige Wärmegewinne" diejenigen Werte bezeichnet, die durch die Einfügung der Abwärmeverwertung des Dieselbetriebes in die Vorwärmung des Kesselspeisewassers erzielt werden müßten, um den Mehraufwand an Treibölkosten auszugleichen.

	Bei einem Kohlenpreis von 30 / bei einem Treibölpreis von 110	20 RM/t 130 RM/t
Fall 1	(2,5% Eigenbedarf)	84 / 223 kcal/kWh
Fall 2	(3,5% Eigenbedarf)	117 / 309 kcal/kWh
Fall 3	(4,5% Eigenbedarf)	149 / 393 kcal/kWh

[1] Vgl. Schellen, „Die magnet- und dynamo-elektrischen Maschinen", Köln 1882 auf S. 217.

Digitized by Google

GERCKE hat in seiner Rechnung Werte von 108 ··· 144 kcal/kWh erhalten und dieses Ergebnis erzielt, indem dem größeren Eigenbedarf lediglich die höheren Kohlenpreise zugeordnet wurden. Im übrigen ist gegen die Rechnung selbst bis zu dieser Stelle nichts einzuwenden.

Es ergibt sich nun die wichtige Frage, um wieviel der Wärmeverbrauch der Gesamtnutzbarkeit des Werkes je Kilowattstunde verbessert werden kann, und inwieweit dieser Gewinn den vorstehend errechneten Mehraufwand des Dieselbetriebes deckt. GERCKE geht bei den anschließenden Rechnungen von der Arbeitsweise im Westwerk aus und ermittelt, um wieviel der Wirkungsgrad der Hauptmaschinen verbessert werden kann, wenn diese die gesamte Vorwärmung abzüglich der Vorwärmung durch die Dieselabwärme übernehmen. Er übersieht hierbei vollkommen, daß diese Rechnung von der Eigenerzeugung im Gegendruckbetrieb ausgeht, während bei der Ermittelung des Mehraufwandes Dieselbetrieb und Kondensationsbetrieb (4,5 kg/kWh, 4000 kcal/kWh!) miteinander verglichen wurden. Infolgedessen sind alle anschließenden Rechnungen und Schlußfolgerungen unrichtig.

Für die weitere richtige Rechnung gibt es verschiedene Wege. Dabei ist es für das Ergebnis grundsätzlich gleichgültig, ob bei Dampfantrieb der Eigenbedarf im Gegendruck oder im Kondensationsbetrieb erzeugt wird. Gehen wir, entsprechend dem Rechnungsgang des Herrn GERCKE vom Kondensationsbetrieb aus, so tritt bei Einfügung der Dieselabwärme in das Speisewasser eine Verringerung des Wärmeverbrauches der Nutzarbeit um folgende Werte ein:

	Wärmeabgabe aus Dieselabwärme je kWh Nutzarbeit bez. auf den Kohleaufwand am Kessel	Temperaturerhöhung des Kondensators	Verschlechterung des Gegendruckbetriebes je kWh Nutzarbeit	verbleibender Wärmerückgewinn je kWh Nutzarbeit bez. auf den Kohleaufwand am Kessel
Fall 1	48 kcal	8,5 °C	24 kcal	24 kcal
Fall 2	66 ,,	11,7 °C	33 ,,	33 ,,
Fall 3	85 ,,	15 °C	42 ,,	43 ,,

Vergleicht man diese Beträge mit den Zahlen auf S. 4 oben, so erkennt man, wie weit Mehraufwand und Rückgewinn bei Dieselbetrieb auseinander liegen. Selbst unter Anerkennung aller von Herrn GERCKE gemachten Voraussetzungen, über deren Gültigkeit im folgenden noch gesprochen werden soll, wird der Mehraufwand des Dieselbetriebes durch den Rückgewinn in keinem Falle auch nur annähernd erreicht. Der Mehraufwand beträgt auch im günstigsten Falle, „d. h. unter Voraussetzungen, wie sie für deutsche Verhältnisse nicht zutreffen, das Drei- bis Vierfache des möglichen Rückgewinnes".

2. Höhe der Eigenbedarfsarbeit.

In vorstehender Rechnung wurde die von GERCKE stillschweigend gemachte Voraussetzung übernommen, daß zu einem bestimmten Spitzenanteil der Eigenversorgung der gleiche Prozentanteil der Jahresarbeit an der Gesamtleistung des Werkes gehört. In Wirklichkeit trifft dies nicht zu. Die für die Eigenversorgung aufzubringende Jahresarbeit ist wesentlich höher, da der Leistungsaufwand für die Hausbetriebe nicht in gleichem Maße abnimmt wie die Belastung des Werkes (Kühlwasserpumpen, Kesselspeisepumpen!). Bei Dampfkraftwerken mit mittlerem Belastungsfaktor beträgt die Jahresarbeit der Eigenversorgung etwa 50 % mehr, als sich aus dem Spitzenwert und einer zur Last des Werkes anteilig gleichbleibenden Änderung bei Teillast ergeben würde.

Unabhängig hiervon ist zu sagen, daß die von GERCKE für die Höhe der Eigenbedarfsarbeit angenommenen Grenzwerte (2,5 ··· 4,5 %) den tatsächlichen Verhältnissen in Dampfkraftwerken nicht gerecht werden. Mit einer Eigenbedarfsarbeit von 2,5 % der Nutzarbeit ist in keinem Falle auszukommen. In Wirklichkeit liegt der Bedarf zwischen 5 und 7 % der Jahresarbeit. So erforderte z. B. im Klingenberg-Werk die Eigenbedarfsdeckung in den letzten Jahren 6 % bis 6,7 % der Gesamtnutzarbeit. Eine Betriebstatistik der Großkraftwerke Chicagos gift für 1930 folgende Werte an:

Powertown	6,15 %
Crawford Ave.	5,08 %
Calumet	5,95 %
State Line	7,45 %
Waukegan	4,90 %

Rechnet man mit einem den praktischen Verhältnissen näherkommenden Mittelwert von 6 % für die Eigenbedarfsarbeit und einem Kohlepreis von 21 RM/t, so ändert sich das Ergebnis wie folgt:

Der Mehraufwand der Dieselerzeugung gegenüber Dampfbetrieb beträgt ohne Berücksichtigung des Rückgewinnes der Dieselabwärme 2 Rpf/kWh Eigenbedarfsarbeit, bzw. umgerechnet auf die Nutzarbeit 0,12 Rpf/kWh. Dem entspricht ein Mehraufwand an Wärme von 400 kcal/kWh während durch die Dieselabwärme nur 56 kcal/kWh zurückgewonnen werden können. Bei 4,5 % Eigenbedarfsarbeit stände ein möglicher Rückgewinn von 43 kcal/kWh einem Mehraufwand von 300 kcal/kWh gegenüber. Man erkennt aus diesen Zahlen, welche Verkennung der tatsächlichen Verhältnisse darin liegen muß, wenn ein Ergebnis erzielt wird, wonach der Rückgewinn den Mehraufwand übersteigt.

3. Vereinfachung der Beweisführung.

Der Beweis für die Richtigkeit meiner Rechnung läßt sich übrigens in viel einfacherer Weise führen als unter Benutzung des von Herrn GERCKE gewählten Gedankenganges. Er beruht auf folgender selbstverständlicher Überlegung: Bei Dieselantrieb kostet die Eigenbedarfsarbeit unter Beibehaltung der von GERCKE zugrunde gelegten Treibölpreise 3 Rpf/kWh. Hierbei können durch Überführung der Abwärme an das Speisewasser 1500 kcal/kWh zurückgewonnen werden.

Dieser Rückgewinn stellt den im günstigsten Falle möglichen Grenzwert dar. Eine Überschreitung widerspricht allen physikalischen und wärmetechnischen Gesetzen. Herr GERCKE bringt dies auch zum Ausdruck, wenn er in Abschnitt IV ausrechnet, wie groß die Temperaturerhöhung im Speisewasser sein müßte, um den Mehraufwand auszugleichen. Er erhält dabei weit höhere Werte, als der verfügbaren Abwärme entsprechen. Es ist mir unerklärlich, wie Herr GERCKE diese seine eigene Feststellung im weiteren Verlaufe seiner Ausführungen unbeachtet lassen konnte.

Vernachlässigt man die Verschlechterung des Gegendruckbetriebes, legt also den praktisch nicht zutreffenden Fall zugrunde, daß die oben angegebenen 1500 kcal/kWh restlos zurückgewonnen werden, so ergibt sich unter Berücksichtigung des Kesselwirkungsgrades eine Kohlenersparnis von 1500/0,8 = 1900 kcal/kWh. Bei einem Kohlenpreis von 21 RM/t und 7000 kcal/kWh beträgt dann der Rückgewinn 0,57 Rpf/kWh, so daß bei Dieselbetrieb für den Eigenbedarf

$$3 - 0{,}57 = \mathbf{2{,}43\ Rpf/kWh}$$

aufzubringen sind.

Bei Dampfantrieb bedeuten 4000 kcal/kWh erst einen Aufwand von 1,2 Rpf/kWh, während für 2,43 Rpf mehr als 8000 Kohle-WE zu erhalten sind. Diese einfache Feststellung dürfte die Wärmewirtschaftlichkeit des Dieselantriebes gegenüber dem Dampfantrieb zur Genüge kennzeichnen.

4. Schlußbemerkung.

Gegen die Behandlung des technischen Problems durch Herrn GERCKE ließe sich auch sonst noch manches vorbringen. Herr GERCKE geht z. B. so weit, allen Ernstes folgendes zu behaupten: Da die für den Eigenbedarf des Werkes erforderliche Jahresarbeit anteilsmäßig zur Gesamterzeugung des Werkes etwa der Spitzenarbeit entspricht, spielen die Brennstoffkosten für die Eigenbedarfsdeckung ebenso wenig eine besonders erhebliche Rolle wie für die Spitzendeckung. Auch die Ausführungen über Anlagekosten und Platzbedarf der Dieselmaschinen und über die Veränderung der Verhältnisse bei höherem Betriebsdruck sind anfechtbar. Ich gehe hierauf jedoch nicht näher ein, um zu vermeiden, daß der Hauptzweck dieser Ausführungen verwischt wird. Er besteht nicht darin, für die eine oder andere Antriebsart einzutreten. Es soll auch nach wie vor dahingestellt bleiben, ob der Dieselantrieb für die Erzeugung des Eigenbedarfes Vorteile betrieblicher oder sonstiger Art mit sich bringen kann. Eins aber darf mit aller Bestimmtheit gesagt werden: Wenn GERCKE zum Schluß seines Aufsatzes sagt: „Zusammenfassend ist festzustellen, daß der dieselelektrische Betrieb der Eigenbedarfsanlagen die Frage der Abwärmeverwertung gegenüber dem dampfelektrischen Betrieb der Eigenbedarfsanlagen bedeutend vereinfacht und verbilligt und außerdem die Wärmewirtschaftlichkeit des Gesamtbetriebes verbessert", so ist demgegenüber festzustellen, daß die veröffentlichte Arbeit den Beweis hierfür schuldig bleibt.

Berlin, 24. IV. 1933. H. Schult.

Digitized by Google

II.

Zu dem interessanten Artikel des Herrn GERCKE in ETZ 1933, S. 97, möchte ich in bezug auf die Anlage- und Brennstoffkosten folgendes bemerken:

A. Anlagekosten.

Herr LEVI hat in seinem Artikel[1] die Gesamtkosten des Westwerkes (59 Mill ohne Eigenbedarfsverteilung) im Verhältnis der Maximallast des Eigenbedarfs zur Gesamt-Kraftwerksleistung (13 000 : 228 000) aufgeteilt und erhält auf diese Weise einen Betrag von 3 360 000 RM, welche Summe dann dividiert durch die installierte Verbraucherleistung von 15 500 kW eine spezifische Zahl von 217 RM/kW ergibt.

Man darf aber diese Zahl nicht als die wirklichen spezifischen Kosten der Eigenbedarfs-Erzeugungsanlage ansehen, denn die Summe von 3 360 000 RM enthält auch einen erheblichen Anteil der Kosten für Grundstück, Gebäude, Bekohlungsanlage, Rohrleitungen, Kühlwasseranlagen usw. Letztere Kosten bleiben praktisch unverändert ob Hausturbinen vorhanden sind oder nicht, und man kann daher aus diesen Zahlen durchaus nicht schließen, daß die Hinzufügung von 2 Hausturbinen je 12 000 kW das Kraftwerk um 3 360 000 RM verteuert hat.

Um einen richtigen Vergleich zu ziehen, muß man 2 gleiche Kraftwerke, eines mit Hausturbinen und eines mit Hausdieselmaschinen, miteinander vergleichen und untersuchen, welche Anlageteile in beiden Fällen verschieden sind.

Nimmt man wiederum das Westwerk als Beispiel, so ergibt sich aus verschiedenen Überlegungen, daß man am Kesselhaus etwa 0,5 Mill sparen kann infolge Fortfall der Hausturbinen. Hausturbosätze (Entnahmeturbinen) kosten inklusive Vorwärmer und Rohrleitungen etwa 50 RM/kW, dagegen Dieselsätze etwa 150 RM/kW. Herr GERCKE hat spezifische Kosten von 208 RM/kW für die Dieselsätze, einschließlich Vorwärmer, ohne Gebäude, ohne Verteilung, genannt; da diese Zahl mir aber hoch erscheint und ich die Dieselanlage nicht ungünstig darstellen möchte, habe ich absichtlich eine niedrigere Zahl von 150 RM/kW gewählt. Es ergibt sich somit eine Mehrausgabe von 24 000 (150 — 50) — 500 000 = 1 900 000 RM, oder 3 % der Gesamtanlagekosten, wenn die Hausturbinen durch Hausdieselmaschinen ersetzt werden. Es sei zugegeben, daß in dem Falle Kraftwerk West eine reichliche (100prozentige) Reserve an Hausturbinenleistung vorhanden ist, aber auch dann, wenn man nur mit 50 % Reserve rechnet, bleibt die Dieselanlage noch im Nachteil.

B. Brennstoffkosten.

Der Vergleich des Regenerativverfahrens an Hand der Betriebsverhältnisse im Kraftwerk West bei dampfelektrischem Betrieb einerseits gegenüber dieselelektrischem Betrieb anderseits scheint mir aus folgenden Gründen nicht ganz einwandfrei. Die zweite Stufe der Speisewasservorwärmung im Kraftwerk West von 94 ° C auf 130 ° C erfolgt nämlich nicht, wie Herr GERCKE sagt, durch Anzapfdampf der Hausturbinen, sondern im Brüdenkondensator, in welchem das im Verdampfer verdampfte Zusatzwasser niedergeschlagen wird. Bei dieselelektrischem Eigenbedarf muß ebenfalls Zusatzwasser verdampft und niedergeschlagen werden, und dementsprechend muß auch die dadurch freikommende Wärme dem Speisewasserkreislauf an irgendeiner Stelle zugeführt werden. In dem Rechenbeispiel des Herrn GERCKE würde also das Speisewasser anstatt mit 44 ° C mit 80 ° C in die Hauptturbinenvorwärmer eintreten. Die Vorwärmung um 106 ° C wird dann eine solche um 70 ° C, die außerdem noch bei höherem mittleren Anzapfdruck liegt, und die errechneten Ersparnisse von 150 kcal/kWh werden kleiner werden.

Wenn also zusammenfassend gesagt werden kann, daß der dieselelektrische Eigenbetrieb eine Verteuerung der Anlagekosten und keine Verbilligung der Brennstoffkosten, anderseits aber eine Komplikation des Betriebes durch Einfügen eines Dieselmotors in einem Dampfkraftwerk bedeutet, so scheint es mir zweifelhaft, ob die dieselelektrische Eigenbedarfserzeugung viel Anwendung finden wird. Im übrigen möchte ich noch bemerken, daß in der letzten Zeit ein wachsender Anteil des Eigenbedarfs als weniger wichtig angesehen wird, und demzufolge auf das Hauptnetz geschaltet wird. Man kann z. B. pro Turbine 2 Kühlwasserpumpen aufstellen, die so ausgelegt sind, daß eine Pumpe ausreicht für 70 % Belastung bzw. für Vollast bei schlechtem Vakuum. Die eine Pumpe wird dann auf das Hausnetz, die andere auf das Hauptnetz geschaltet. Bei den Saugzugventilatoren kann man in ähnlicher Weise vorgehen. Dies bedingt zwangsläufig eine Verringerung der Leistung und Abwärmemenge der Eigenbedarfsturbinen, so daß im Sinne des Herrn GERCKE auch ohne dieselelektrischen Betrieb die Hauptturbinen in erhöhtem Maße zur Vorwärmung des Speisewassers herangezogen werden können.

[1] ETZ 1931, S. 567.

den Haag, 6. II. 1933. H. Giesbers.

Erwiderung.

1. Zur Zuschrift des Herrn H. Schult, Berlin.

Offenbar hat Herr SCHULT sein Augenmerk besonders auf die Abwärmeverwertung der Dieselmotoren und auf die Thermodynamik der Dampfturbinen gerichtet und den folgenden Hauptgedanken meiner Studie zurückgestellt:

a) Der Eigenbedarf der Kraftwerke ist ein Verlustposten, der sich aus den Kapitalkosten der Eigenbedarfsanlagen und aus den Brennstoffkosten des Arbeitsverbrauches derselben zusammensetzt. Wenn der Eigenbedarf nicht aus dem Netz entnommen wird, liefern die Eigenbedarfsanlagen bestimmte Mengen geringwertiger Abwärme in Form von Anzapf- oder Abdampf bei Dampfbetrieb bzw. Kühlmantel- und Auspuffwärme bei Dieselmotorenbetrieb. Zur Aufnahme dieser Abwärme sind im vorliegenden Beispiel 4,5 kg Kondensat von 30 ° C auf 1 kWh Nutzstrom angenommen. Auf 1 kWh Eigenbedarf werden bei einem Anteil der Eigenbedarfsanlagen von

2,5 bzw.	3,5 bzw.	4,5 bzw.	6,0	%	der Nutzstrommenge, demnach
40 „	28,6 „	22,2 „	16,67	kWh	Nutzstrom erzeugt und
180 „	129 „	100 „	75	kg	Kondensat gewonnen.

Beim Dieselbetrieb der Eigenbedarfsanlagen und 1500 kcal/kWh Abwärme, was absichtlich hoch gerechnet ist, wird diese Kondensatmenge um

8,35 bzw. 11,6 bzw. 15 bzw. 20 ° C von 30 ° C auf
38,35 „ 41,6 „ 45 „ 50 ° C erwärmt und das Gesamttempeturgefälle von 150 — 30 = 120 ° C auf 111,65 bzw. 108,4 bzw. 105 bzw. 100 ° C vermindert.

Beim Dampfbetrieb der Eigenbedarfsanlagen ist der Wärmeinhalt des Anzapf- bzw. Abdampfes ein Vielfaches obiger Abwärmemenge und der nach Aufnahme derselben für das Regenerativverfahren verfügbare Rest des Temperaturgefälles entsprechend kleiner.

Die beim Dieselbetrieb dem Verlust im Kondensator entzogene Wärmemenge (Temperaturgefälle mal Kondensatmenge) ist ohne Abwärmeverwertung 120 mal 4,5 = 540 kcal/kWh, mit Abwärmeverwertung 112,5 ··· 270 kcal/kWh, deren Wert die Mehrkosten des Treiböles für den Eigenbedarfsanteil wohl meist übertreffen wird. Im übrigen ist die Frage, ob etwa 6 % der Gesamtstromerzeugung mit etwas höheren oder niedrigeren Brennstoffkosten belastet sind, ziemlich belanglos.

b) Theoretische Einzelheiten. Der Dampfverbrauch der Hausturbinen wird teilweise im Gegendruck- und teilweise im Kondensationsbetrieb verarbeitet, wobei der in Nutzarbeit umgesetzte Wärmeverbrauch wohl etwa 1200 kcal/kWh, der Gesamtwärmeverbrauch aber je nach der Belastung zwischen 4000 und 7000 kcal/kWh betragen wird. Der Unterschied zwischen dem Gesamt- und dem in Nutzarbeit umgesetzten Wärmeverbrauch muß erst von dem Kondensat aufgenommen werden, ehe das Regenerativverfahren eingesetzt werden kann. Ich habe dabei mit mittleren Werten gerechnet und muß wegen Platzmangels auf den Beweis verzichten, daß diese richtig sind.

c) Abwärmeverwertung der Dieselgeneratoren. Auf diese wird man verzichten, wenn der Eigenbedarf aus dem Netz entnommen und die Dieselgeneratoren nach Art der ganz- oder halbselbsttätigen Notstromaggregate nur in Störungsfällen zum Antrieb des lebenswichtigen Teils der Eigenbedarfsanlagen betrieben, sonst aber betriebsfertig bereit gehalten werden. Anlage und Betriebskosten der Dieselgeneratoren werden dann ein Mindestmaß, die Auswirkung des Regenerativverfahrens der Speisewasservorwärmung mit Anzapfdampf der Hauptturbinen ein Höchstmaß erreichen.

d) Höhe der Eigenbedarfsarbeit. Der von mir der Berechnung beispielsweise zugrunde gelegte Anteil von 4,5 % stammt von Herrn Dr. SCHULT selbst (ETZ 1931, S. 1113) und gilt für das Großkraftwerk Schwandorf. Ich habe absichtlich mit niedrigen Werten gerechnet, weil ein wesentlicher Teil der Eigenbedarfsanlagen (Kesselspeisepumpen) meist mechanisch und nur der Rest meist elektrisch angetrieben wird.

Auf die persönlichen Bemerkungen von SCHULT gehe ich nicht ein.

Digitized by Google

2. Zur Zuschrift des Herrn H. Giesbers, den Haag.

Der Hauptzweck meiner Studie galt weniger den normalen Dampfkraftwerken üblicher Bauart, sondern mehr dem Zukunftsproblem der geschlossenen und möglichst selbsttätig geregelten Dampf- und Stromerzeugergruppen großer Leistung. Dabei werden die mit dem Hauptbetrieb durch viele Rohrleitungen, Armaturen, Regler und andere Apparate, Kabel usw. verflochtenen und betrieblich eng verkuppelten Eigenbedarfsanlagen ein unbequemes Beiwerk sein, das möglichst vereinfacht werden sollte. Rechnerisch am vollkommensten kann dies erreicht werden, wenn beispielsweise die Speisepumpen nach Art der hydraulischen Preßpumpen mit Dieselmotorenantrieb und weitem Regelbereich der Drehzahlen ausgebildet werden und der Rest des Eigenverbrauches aus dem Netz entnommen wird, wobei ganz- oder halbselbsttätige Diesel-Notstromaggregate den Betrieb der lebenswichtigen Eigenbedarfsanlagen sicherstellen. Für kleine Leistungen sind diese bereits oft erfolgreich geliefert; für große Leistungen werden die Dieselmotoren- und die Elektrizitätsindustrie diese Aufgabe lösen, wenn sie beiden gestellt wird. Dampf-Notstromaggregate mit elektrisch betätigten Regelvorrichtungen besitzen das Mitteldeutsche Kraftwerk in Magdeburg und das Großkraftwerk Battersea bei London (2 Hauptturbogeneratoren von je 80 000 kW mit 2 angehängten Hausgeneratoren von je 6250 kVA und 1 Notstromturboaggregat von 2500 kW mit Auspuffbetrieb). — Auf die Einzelheiten der Zuschrift kann ich wegen Platzmangels leider nicht näher eingehen und bemerke nur, daß die ganz abgetrennten Dieselgeneratoren dem tatsächlich auftretenden Eigenbedarf entsprechend unterteilt und schrittweise ausgebaut werden können, was keine Erhöhung der Anlagekosten für das installierte Kilowatt verursacht. Die Hausturbogeneratoren werden meist gleich für den Endausbau des Kraftwerkes bemessen werden müssen, wie das auch beim Westwerk Berlin geschehen ist.

Pasing (München), 22. VII. 1933. M. Gercke.

Schlußbemerkung.

Die Erwiderung des Herrn GERCKE besteht aus unklaren Rechnungen und Behauptungen, in denen GERCKE auf meine Zuschrift nicht eingeht und sich auch gar keine Mühe gibt, zu einem richtigen Ergebnis zu kommen. Dieses richtige Ergebnis ergibt sich aus wärmewirtschaftlich elementaren Rechnungen, deren Ansätze für jeden ehrlichen Fachmann überhaupt nicht zweifelhaft sein können. Die Erwiderung des Herrn GERCKE stellt einen Versuch dar, durch Ausführung zusammenhangloser Einzelheiten dem Wesentlichen meiner Zuschrift auszuweichen und den Eindruck zu erwecken, als ob hier entgegenstehende Ansichten vertretbar wären, die aber in Wirklichkeit nicht vorhanden sind.

Berlin, 15. VIII. 1933. H. Schult.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die künstlichen Kohlen für elektr. Öfen, Elektrolyse u. Elektrotechnik. Von Prof. Dr. phil. K. Arndt. Zugleich als 2., völlig umgestaltete Aufl. v. J. Zellner, „Die künstlichen Kohlen f. elektrotechn. u. elektrochemische Zwecke". Mit 365 Abb. i. Text u. 336 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. 38 RM.

Die künstlichen Kohlen spielen in der Elektrotechnik eine bedeutsame Rolle, u. zw. sowohl für die Erzeugung als auch die Verwendung von Stark- und Schwachstrom. Diese mannigfaltigen Verwendungszwecke stellen natürlich grundverschiedene Anforderungen an die Eigenschaften der künstlichen Kohle in physikalischer und chemischer Hinsicht und mithin auch an die Art ihrer Herstellung. Es war daher ein schwieriges Unternehmen, in einer Monographie dieses vielseitige Gebiet erschöpfend und zugleich anschaulich darzustellen. Beides ist dem Verfasser in hervorragender Weise gelungen. Durch seine bekannten Forschungsarbeiten auf dem Gebiete der künstlichen Kohlen und nicht zuletzt durch seine ersprießliche Tätigkeit als Reichskommissar für die Elektrodenbewirtschaftung während des Krieges war er wie wohl kein anderer berufen, das veraltete Werk von J. Zellner durch ein völlig neues zu ersetzen. Besondere Beachtung verdienen die Kapitel über die Rohstoffe und deren Untersuchung, über die selbstbrennende Söderberg-Elektrode und die Graphitierung. Den wertvollsten Teil des Buches bilden aber wohl die Kapitel über die physikalische Prüfung und chemische Untersuchung der künstlichen Kohlen, wobei mit Recht die Mikroskopie und Photographie eingehend herangezogen wurden. Diese Prüfverfahren, welche zum größten Teil vom Verfasser stammen, haben wegen ihrer vergleichsweise leichten Handhabung und Zuverlässigkeit auch Eingang in die Technik gefunden. Für die Elektrotechnik von besonderem Interesse dürften die Kapitel über Lichtbogenkohlen, Kohlenbürsten, Elementkohlen, Mikrophonkohlen und Reglerwiderstände sein. An Hand zahlreicher Photographien und Zeichnungen werden diese Anwendungsgebiete erläutert. Hierbei wird stets auf die wichtige Beziehung zwischen Struktur der Kohle und ihren Eigenschaften an Hand von Mikrophotographien hingewiesen. Dies führt dem Leser immer wieder vor Augen, daß es sich bei den künstlichen Kohlen im Grunde genommen um ein keramisches Erzeugnis handelt. Das Buch stellt eine wertvolle Bereicherung der elektrotechnischen Literatur dar. Schlumberger.

Die Luftspeicher-Dieselmaschine. Von Dr.-Ing. B. Klaften. (Stand der Technik, Darstellungen aus einzelnen Gebieten, herausg. v. Mitgliedern des Reichspatentamts.) Mit 163 Abb., VIII u. 179 S. in gr. 8°. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1932. Preis geh. 14 RM., geb. 16 RM.

Dieses Buch ist die erste Veröffentlichung einer Buchreihe, die auf Veranlassung des Reichspatentamtes erscheint unter dem Titel „Stand der Technik, Darstellungen aus einzelnen Fachgebieten" und verfaßt wird von den verschiedenen Prüfern unter Benutzung des amtlichen Prüfungsmaterials. Dr.-Ing. Klaften, der bekannte Vorprüfer im Reichspatentamt auf dem Gebiete der Dieselmaschinen, hat sich in dankenswerter Weise die schwierige Aufgabe gestellt, die ebenso aktuelle wie verwickelte Gattung der Luftspeicher-Dieselmaschine zu durchleuchten, was ihm mit Hilfe außerordentlicher Gründlichkeit, Scharfsinn und (selbstverständlicher) Objektivität völlig gelungen ist. Der Verfasser benutzt die zahlreichen in- und ausländischen Patente als Gerüst, das er durchflicht mit den Veröffentlichungen über Luftspeicher-Dieselmaschinen, und diskutiert schließlich alle diese mehr oder minder zutreffenden Spekulationen durch Vergleich mit den exakten Meßergebnissen, die Prof. Loschge erhielt als Druck-Zeit-Diagramme, gleichzeitig entnommen im Luftspeicher und Hauptbrennraum einer Lanova-Luftspeichermaschine. Bei der ständig zunehmenden Bedeutung des Luftspeicherverfahrens für den Fahrzeugdieselmotor wird diese in jeder Hinsicht erschöpfende Darstellung allen Fachingenieuren beste Dienste leisten.

A. E. Thiemann.

Neue Zeitschriften.

„Deutsche Technik". Die Zeitschrift der deutschen Architekten, Chemiker, Ingenieure, Techniker. Herausgeber Dipl.-Ing. Gottfried Feder, M.d.R., Staatssekretär. Verlag Theodor Weicher, Leipzig—Berlin. Monatshefte. Bezugspreis 3,75 RM vierteljährlich. Einzelheft 1,50 RM. (Verlagsanschrift Berlin-Schöneberg, Herbertstr. 4.)

[Die Monatschrift will der deutschen Technik Richtung und neue Wege weisen für den staatspolitisch richtigen Einsatz der Technik im Neuaufbau der deutschen Wirtschaft. Sie behandelt in ihrem Hauptteil die vielfachen Beziehungen von Technik und Politik, Technik und Wirtschaft, Technik und Kultur, Philosophie der Technik, Wirtschaftstechnik usw. Im Septemberheft erschienen die Aufsätze: Kapitalistische Wirtschaft — Volkswirtschaft, von Dr.-Ing. Lawaczeck — Führertum in der Technik, von M. Holzer — Vom Kampf um die Technik, von Prof. Dr. F. Schumacher — Hochschulreform und Weltanschauung, von Prof. Dr.-Ing. O. Streck — Was ist Wirtschaftstechnik?, von Dipl.-Ing. G. Feder — Dienst der Technik, von Dipl.-Ing. Schwenninger — Technik, Maschine und Kapital, von Dipl.-Ing. Hausleiter. Eine „Rundschau" der Zeitschriften berichtet in kurzen, aber inhaltlich zusammenfassenden Referaten über die analogen Veröffentlichungen der Zeitschriftenliteratur.

In dem fachtechnischen Teil werden knappe Übersichten über die „Fortschritte und Spitzenleistungen deutscher Technik" gegeben wie: Das Straßenbauprogramm der Reichsregierung. Zur Ernennung des Generalinspektors Dr.-Ing. Todt — Die Nord-Süd-S-Bahn Berlin, von Reichsbahndirektions-Präsident Dr.-Ing. Remy. — Das Haus der deutschen Kunst, von Prof. Troost — Der Wettbewerb für ein Reichsbankhauptgebäude, von Arch. Tiedemann. —

Digitized by Google

Deutsche Baustoffe im Straßenbau. Teer und Bitumen — Die Technik hilft dem Siedler. Die Wasserversorgung der Siedlung — Technisches von den Junkers 52 und 60 — Flugzeug-Bordpeilanlagen mit Eigenpeilung. Eine „Polytechnische Umschau" bringt eine Auslese der wertvollsten Artikel aus Fachzeitschriften nebst Abbildungen. Ein Abschnitt „Technik des Auslands" gibt in bebilderten Berichten einen Überblick über den Stand der Technik in den anderen Ländern. Vervollständigt wird der Inhalt durch Abschnitte über: „Erziehung und Schulwesen", „Gewerblicher Rechtsschutz", „Geschichte der Technik", „Männer der Technik", „Bücherschau". — Die Zeitschrift enthält gleichzeitig als Beiblätter die „Mitteilungen des KDAI" sowie „Mitteilungen der RDT" (Reichsbund Deutscher Technik).]

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die deutschen Elektroaktiengesellschaften im Jahre 1932[1]. — Wie in früheren Jahren, so werden auch für 1932 vom Statistischen Reichsamt die Ergebnisse der Aktienstatistik veröffentlicht[2], die — soweit es sich um Aktiengesellschaften der elektrotechnischen Industrie oder um stromerzeugende und -verteilende Unternehmungen in der Form der Aktiengesellschaft handelt — nachfolgend mitgeteilt werden. Danach waren in Deutschland am 31. XII. 1932, ohne Berücksichtigung der Gesellschaften im Saargebiet, deren Nominalkapital auf Franken lautet, 163 Aktiengesellschaften der elektrotechnischen Industrie mit einem Kapital von rd. 844 Mill RM vorhanden. Infolge der Ungunst der Wirtschaftsverhältnisse hat sich gegenüber dem Stand zu Jahresbeginn die Anzahl um 11, das investierte Kapital um 67 Mill RM vermindert. Die Zahlentafel 1 zeigt, daß im Laufe des letzten Jahres nur eine Gesellschaft mit 1 Mill RM neu gegründet und Kapitalerhöhungen lediglich um 2 Mill RM vorgenommen wurden. Dagegen erfolgten in dem gleichen Zeitraum Kapitalherabsetzungen im Ausmaß von 55 Mill RM, 4 Gesellschaften mit insgesamt 1 Mill RM gerieten in Konkurs, 7 Unternehmen mit 3 Mill RM lösten sich durch Liquidation oder Fusion auf und eine weitere Gesellschaft mit 1 Mill RM nahm Gegenstandsänderung vor.

Zahlentafel 1. Die Entwicklung der tätigen deutschen Elektroaktiengesellschaften im Jahre 1932.

	Elektroindustrie		Elektrizitätswerke	
	Zahl	Nom.-Kap. Mill RM	Zahl	Nom.-Kap. Mill RM
Bestand am 1. I. 1932	174	901	204	2 411
Gründungen	1	1	—	—
Kapitalerhöhungen	.	2	.	70
Zugang insgesamt	1	3	.	70
Kapitalherabsetzungen	.	55	.	43
Konkurse	4	1	—	—
sonstige Auflösungen	7	3	8	15
Abgang insgesamt	11	59	8	58
Gegenstandsänderungen	— 1	— 1	+ 5	+ 20
Endbestand am 31. XII. 32	163	844	201	2 443

Im Vergleich hiermit ist die Entwicklung bei den Elektrizitätswerken weniger ungünstig. Die in den Vorjahren festzustellende Aufwärtsbewegung ist jedoch im Jahre 1932 ebenfalls gehemmt worden. Neugründungen und Konkurse erfolgten nicht. Den Kapitalerhöhungen in Höhe von 70 Mill RM stehen Kapitalherabsetzungen von insgesamt 43 Mill RM gegenüber, während 8 Gesellschaften mit einem Nominalkapital von insgesamt 15 Mill RM hauptsächlich durch Aufgehen in anderen Unternehmungen der Branche verschwanden, erfolgten 5 Zugänge (20 Mill RM) durch Gegenstandsänderung. Am Jahresende 1932 gab es somit in Deutschland 201, im Vorjahr 204 Elektrizitätswerksunternehmungen in der Gesellschaftsform der Aktiengesellschaft, die insgesamt über 2443 Mill RM, im Vorjahr 2411 Mill RM Kapital verfügten.

Zur Kennzeichnung der Entwicklung in den letzten 4 Jahren sei mitgeteilt, daß gegenüber dem Stand von Anfang 1929 die Anzahl der Aktiengesellschaften der fabrizierenden Industrie sich von 240 um 77, das Kapital von 868 Mill RM um 24 Mill RM vermindert hat. Bei den Elektrizitätswerks-Aktiengesellschaften ist in dem gleichen Zeitraum eine Zunahme um 16 Unternehmen und eine Erhöhung des Kapitals um 941 Mill RM eingetreten.

Die Bestandsziffern der Zahlentafel 1 sind in der Zahlentafel 2 nach Anzahl und Nominalkapital in Größenklassen geordnet.

Zahlentafel 2. Die am 31. XII. 1932 tätigen deutschen Elektroaktiengesellschaften nach Kapitalgrößenklassen.

Aktienkapital am 31. XII. 1932 in 1000 RM	Elektroindustrie		Elektrizitätswerke	
	Zahl	Nom.-Kap. Mill RM	Zahl	Nom.-Kap. Mill RM
bis unter 5	1	0,01	1	0,01
über 5 bis unter 50	10	0,25	10	0,24
„ 50 „ „ 100	20	1,2	6	0,4
„ 100 „ „ 500	48	10,2	37	8,2
„ 500 „ „ 1 000	16	10,1	7	4,4
„ 1 000 „ „ 3 000	33	53	35	60
„ 3 000 „ „ 5 000	10	36	22	84
„ 5 000 „ „ 20 000	17	136	56	569
„ 20 000	8	597	27	1717
	163	844	201	2443

Von den Ende 1932 vorhandenen 163 Aktiengesellschaften der elektrotechnischen Industrie verfügten 79 (86 i. V.) über ein Nominalkapital von unter 0,5 Mill RM; es betrug bei diesen Gesellschaften insgesamt 11,7 (12,7 i. V.) Mill RM. 59 (61 i. V.) weitere Gesellschaften besaßen ein Kapital von je 0,5 bis unter 5 Mill RM, und zwar insgesamt in Höhe von 99,1 (103,5 Mill RM i. V.). Schließlich gab es 17 (18 i. V.) Unternehmen mit einem Kapital zwischen 5 und unter 20 Mill RM, das insgesamt 136 (153 i. V.) Mill RM betrug und 8 (9 i. V.) Großbetriebe mit je mehr als 20 Mill RM, zusammen 597 (632 i. V.) Mill RM Kapital. Unter den 4 Aktiengesellschaften dieser Gewerbegruppe, die je mehr als 50 Mill RM Nominalkapital aufweisen, hat bis zum Jahresende 1932 die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft AG. (AEG) eine Kapitalherabsetzung von 200 auf 185 Mill RM vorgenommen, während die Siemens-Schuckertwerke AG (SSW) nach wie vor über 120 Mill RM, die Siemens & Halske AG. (S & H) über 107,1 Mill RM und die Felten & Guilleaume Carlswerk AG. über 66 Mill RM verfügen.

In früheren Jahren konnten aus der abnehmenden Anzahl und der Zunahme der investierten Kapitalien, also aus der Steigerung des durchschnittlichen Aktienkapitals, Schlüsse auf die Konzentrationstendenz gezogen werden; im Berichtsjahr bieten die Ziffern der Verminderung des Nominalkapitals und der Bewegung der Aktiengesellschaften innerhalb der Kapitalgrößenklassen keinen Anhalt für ein Abflauen dieser Tendenz, da sie nur Folgeerscheinungen der durch die Deflation bedingten Abwertungen aller Vermögenswerte sind.

Entsprechend der oben für die elektroindustriellen Aktiengesellschaften vorgenommenen Einteilung der Kapitalgrößenklassen lautet im Vergleich mit dem Vorjahr bei den Aktiengesellschaften der Elektrizitätswerke die Gruppierung folgendermaßen: Es gab Ende Dezember 1932 54 (57 i. V.) kleine Aktiengesellschaften mit insgesamt 8,9 (9,8 i. V.) Mill RM Kapital, 64 (67 i. V.) mittlere Gesellschaften mit je zwischen 0,5 und unter 5 Mill RM, zusammen 148,4 (157,2 i. V.) Mill RM Kapital, 56 (56 i. V.) große Unternehmen mit insgesamt 569 (578 i. V.) Mill RM und schließlich 27 (24 i. V.) größte Gesellschaften, die je über mindestens 20 Mill RM, zusammen über ein Kapital von 1717 (1666 i. V.) Mill RM verfügen.

Die Zahl der Elektrizitätswerks-Aktiengesellschaften mit einem Kapital von 50 Mill RM oder darüber hat sich durch Herabsetzung des Aktienkapitals bei der Überlandzentrale Pommern AG. um 1 auf insgesamt 9 vermindert. Kapitalveränderung, und zwar -erhöhung um 15 Mill RM, nahm lediglich die Märkisches Elektricitätswerk AG. vor. Die Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk AG., die viertgrößte deutsche Aktiengesellschaft überhaupt, verfügt wie im Vorjahr über 246 Mill RM, die Berliner Kraft- und Licht AG. über 240 Mill RM, die Preußische Elektrizitäts AG. über 155 Mill RM, die Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen AG. über 120 Mill RM, die AG. Sächsische Werke über 100 Mill RM, die Elektrowerke AG. über 90 Mill RM, die Hamburgische Electricitätswerke AG. über 89 Mill RM, die Märkisches Elektricitätswerk AG. über 65 Mill RM und die Elektricitätswerk Südwest AG. über 50 Mill RM.

Ebenfalls elektrizitätswirtschaftliche Betätigung wiesen folgende Beteiligungs- und Holdingsgesellschaften auf: Vereinigte Elektrizitäts- und Bergwerks AG. mit 180 Mill RM, Gesellschaft für elektrische Unternehmungen Ludw. Loewe & Co. AG. mit 80 (100 i. V.) Mill RM, die Deutsche Continental-Gas-Gesellschaft AG. mit 75 Mill RM, die Dresdner Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerke AG. mit 70 Mill RM und die Elektrizitäts AG. vormals Schuckert & Co. mit 60 Mill RM.

Al.

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 520.
[2] Vgl. Wirtsch. u. Statist. Bd. 13, S. 116 ff (1933).

Abschluß des Heftes: 29. September 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Lastregelschalter für kleine Öltransformatoren, insbesondere Einheitstransformatoren.

Mitteilung der AEG.

Lastregelschalter dienen dazu, das Übersetzungsverhältnis eines Transformators, also seiner Spannungen, ober- oder unterspannungseitig unter Belastung zu ändern. Solche Regelschalter haben in den vergangenen Jahren das Gebiet der Großtransformatoren bereits voll erobert. Bei den mittleren Leistungen sind sie von etwa 500 kVA an aufwärts eingeführt worden. Neuerdings ist der Wunsch rege geworden, auch die Spannungstufen von Öltransformatoren unter 300 kVA unter Last umzuschalten. In dieses Gebiet fallen besonders die Einheitstransformatoren bis 100 kVA. Diese haben oberspannungseitige Anzapfungen für drei Spannungen, deren mittlere der Nennspannung entspricht. Um die Unterspannung eines Transformators den verschiedenen Netzspannungen, wie sie durch wechselnde Saisonbelastung, Industriebeschäftigung usw. bedingt sind, möglichst anzupassen, ist eine Umschaltung auf die obere oder untere Spannungstufe erforderlich. Die Umschaltung konnte bisher nur unter zeitweiliger Trennung des Transformators vom Netz in spannungslosem Zustande geschehen, während bei Spannungsreglung unter Last diese umständlichen und zeitraubenden Schaltungen fortfallen.

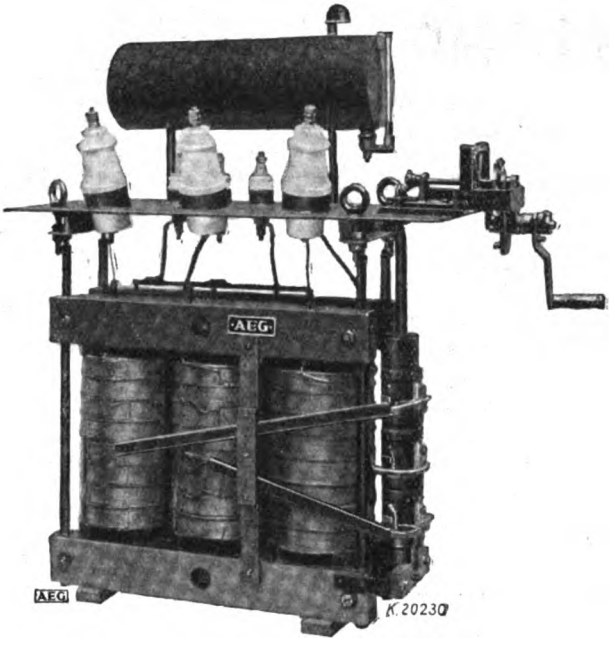
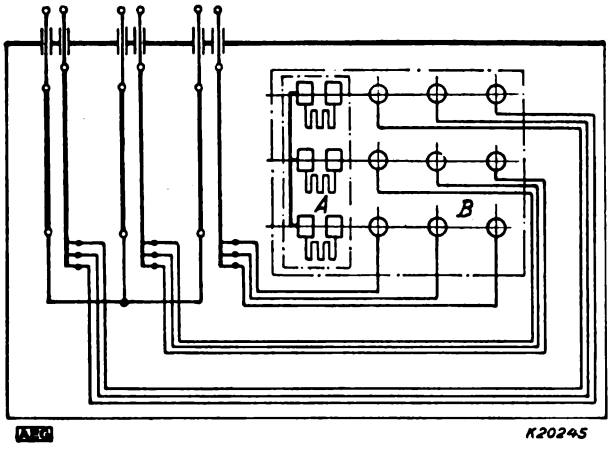


Abb. 1. Einheitstransformator mit Lastregelschalter.

Für Transformatoren unter 300 kVA konnten die bei größeren Leistungen üblichen Bauarten wegen der hohen Kosten nicht ohne weiteres übernommen werden. Von der AEG ist nunmehr eine einfachere Regeleinrichtung entwickelt worden (DRP angemeldet); die kleinen Öltransformatoren, insbesondere Einheitstransformatoren, werden jetzt mit Lastregelschaltern gebaut (Abb. 1). bei denen die jahrelangen Erfahrungen in der Herstellung größerer Regeltransformatoren Verwertung gefunden haben. Die einfache und praktische Bauart des unmittelbar an den Transformator angebauten Lastregelschalters bedingt im Verhältnis zum Transformatorpreis nur geringe Mehrkosten. Bei der von der AEG entwickelten Regeleinrichtung für Einheitstransformatoren besteht der Kontaktapparat (Abb. 2) aus dem beweglichen Teil A mit den Überschaltwiderständen und dem feststehenden Teil B mit den angeschlossenen Anzapfleitungen. Er wird in das Transformatorgehäuse, also unter Öl, eingebaut. Das ist zulässig, da mit Rücksicht auf die geringe Schaltleistung bei der Umschaltung praktisch keine Verunreinigung des Öles eintritt. Nach vielen tausend unter Last vorgenommenen Umschaltungen kann noch keinerlei Beeinträchtigung der Isolationsfestigkeit des Öles und keine Ausscheidung von Rückständen festgestellt werden. Das Umschalten geschieht momentan unter Kraftspeicherwirkung. Die Überschaltwiderstände haben daher bei geringen Abmessungen große thermische Sicherheit. Die Kontakte sind als Rollenkontakte ausgebildet. Hierdurch wird ein leichter Lauf gewährleistet und ein Hängenbleiben vermieden.

Der Einbau des Kontaktapparates in das Transformatorgehäuse erfordert eine nur geringfügige Vergrößerung des Gehäuses eines normalen Transformators. Die Einrichtung zur Schnellschaltung liegt außerhalb des Transformatorgehäuses, so daß der Schaltvorgang durch den Bedienenden leicht überwacht werden kann. Antrieb und Regelschalter sind durch eine Kegelradübersetzung verbunden; sie sind am Deckel des Transformators angebracht, so daß der Ausbau des Transformatorkernes einschließlich des Regelschalters wie bei einem gewöhnlichen Einheitstransformator möglich ist. Als Antriebsorgan dient eine Handkurbel; für jede Lastschaltung ist eine Umdrehung dieser Kurbel erforderlich. Die grundsätzlich gleiche Anordnung des hier beschriebenen Lastregelschalters kann auch bei Öltransformatoren über 100 kVA bis etwa 250 kVA angewendet werden. Derartige Regeltransformatoren werden für Spannungen von 6 bis 20 kV und für 3 bzw. 5 Anschlüsse in jeder Phase geliefert. Sie sind auch für Aufstellung im Freien geeignet.



A = Beweglicher Teil des Reglers,
B = Feststehender Teil des Reglers.

Abb. 2. Kontaktapparat des Lastregelschalters.

Digitized by Google

SILBERLOTE

SIND JETZT SO BILLIG

geworden, daß jeder Qualitätsarbeiter sie verwenden kann und verwenden wird.

DR. TH. WIELAND
Pforzheim Gegründet 1871

Benutzen Sie nur noch die

19. Auflage vom VDE-Vorschriftenbuch

nach dem Stande am 1. Januar 1933

Die gesamte innere Anordnung und Gliederung des VDE-Vorschriftenbuches ist grundlegend umgewandelt worden. — Die 19. Auflage bringt diese Neuerungen zum ersten Male.

Da ferner nach zweijähriger Pause nahezu die Hälfte der VDE-Arbeiten in erstmaliger oder völlig neu bearbeiteter bzw. geänderter Fassung enthalten ist, kommt eine Weiterverwendung älterer Auflagen nicht mehr in Betracht. Die Preise sind nochmals herabgesetzt worden.

Die Preise:

Für Nichtmitglieder: statt RM 20.60 (1931), RM 18.55 (1932) nur noch RM **16.20**

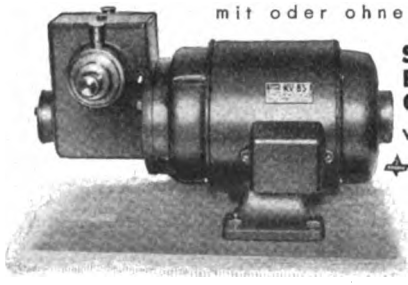
Für VDE-Mitglieder: statt RM 18.80 (1931), RM 16.95 (1932) nur noch RM **14.60**

Das Umtausch-Angebot: Bei portofreier Rücksendung eines Exemplars der 17. o d e r 18. Auflage gilt für die 19. Auflage ein Vorzugspreis von nur RM **13.80**

VDE-Mitglieder können also entweder vom Mitgliedspreis oder vom Umtausch Gebrauch machen. — Um unnötigen Schriftwechsel zu vermeiden, empfiehlt es sich, die Rücksendung gleichzeitig mit der Bestellung vorzunehmen. — Bei Bestellung mehrerer Exemplare der 19. Auflage wird der Vorzugspreis sinngemäß für diejenige Anzahl von Exemplaren gewährt, für die Exemplare der 17. oder 18. Auflage zurückgeschickt werden.

VERBAND DEUTSCHER ELEKTROTECHNIKER E.V.
Verlagsabteilung, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33

KOEPFER-Schneckenvorgelege
mit oder ohne Motorflansch



Stirnräder Flansch-Getriebe
von 1/6 — 3 PS
Einfach, billig, zuverlässig
Verlangen Sie Spezialangebot

JOS. KOEPFER & SÖHNE GMBH
Zahnräder-Getriebefabrik Furtwangen i. Baden

Elektrischer Druckindikator

(System Humboldt-Deutz)

zum trägheitslosen Registrieren schnell verlaufender Druckänderungen in Dieselmaschinen, Ölschaltern, Schnittdruckmessung an Werkzeugmaschinen usw.

Die Registrierung erfolgt mit unseren

Schleifen-Oszillographen

Dr. Ing. Hans Rumpff, Bonn a. Rh.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 12. Oktober 1933** **Heft 41**

Elektrische Antriebe.

Geleitwort.

Von Dr.-Ing. E. h. **Rudolf Bingel**, Berlin.

Der Elektromotor ist heute in kaum geringerem Ausmaß als der Fernsprecher zum Gemeinbesitz der Kulturwelt geworden, zum täglichen Gebrauchsgegenstand, von dem man schon gewohnheitsmäßig die Befriedigung hoher Ansprüche an Sicherheit und Bequemlichkeit erwartet. Im Haushalt ist der Elektromotor zum unentbehrlichen, vertrauten Helfer geworden. In den Verkehrsmitteln, den Bahnen, Aufzügen, in der Schiffahrt ist für uns mit dem elektrischen Betrieb von vornherein die Vorstellung des Modernen, der Schnelligkeit und Annehmlichkeit in der Benutzung verbunden. In der Landwirtschaft, auch fernster Gegenden, ist der Elektromotor auf dem Posten zur Erfüllung einer Kulturaufgabe, Entlastung der Landleute von schwerer körperlicher Bodenarbeit. Keines Wortes bedarf es mehr zur Andeutung der Umwälzungen, die der Elektromotor in allen Fertigungszweigen in der Industrie heraufgeführt hat. Eindruckvollstes Maß seiner Bedeutung für die heutige Produktion und Wirtschaft ist allein die Anzahl der gegenwärtig in den Betrieben der Welt arbeitenden Elektromotoren, die auf weit mehr als 35 Mill mit mehr als 170 Mill kW zu schätzen sein dürften.

Dieser außerordentlich vielseitigen Entwicklung seiner Anwendungsgebiete entsprechen die Tiefe und der Umfang der Gesamtdurchbildung, die der Elektromotor als Gegenstand einer höchstentwickelten Fertigungstechnik erfahren hat und die sich in dem weitgespannten Bereich aller seiner Leistungsmöglichkeiten als Antriebskraftmaschine kundgibt: Von den wenigen Tausendstel Watt eines Zählerantriebs bis zu den 30 000 kW Stoßleistung des Walzwerk-Antriebsmotors, von der Kleinstgeschwindigkeit eines Nonius-Motors für Uhrenantriebe mit einigen Tausendstel Umdrehungen in der Minute zu den Schnellläufern der Kunstseide-Spinnzentrifugen mit 15 000 U/min, der Kreiselkompasse bis 20 000 und der Werkzeugschleifspindeln heute bis zu 45 000 U/min. Elektrische Antriebe laufen mit Kleinstspannungen von weniger als einem Volt bis herauf zu den 12 000 Volt großer Hochspannungsmotoren. In raschem Zuge sind all die baulichen Probleme gemeistert, die durch die wachsende Anwendung des Elektromotors unter den verschiedenartigsten und schwierigsten industriellen Arbeitsbedingungen aufgeworfen werden: So die Frage der Motorschutzarten, der Lüftung und Wärmeabführung, der Regelfähigkeit und Anpassung an die Arbeitsmaschinen, die stete Hinausschiebung der Grenzleistungen. In gleich zäher Arbeit wurden die bedeutenden Projektierungsaufgaben bewältigt, die aus der großen Verschiedenheit der mechanischen Arbeitsanforderungen erwuchsen und zu entsprechenden Sonderlösungen führten, wie dem Einmotoren-Regelantrieb einer Ringspinnmaschine, dem Umkehrantrieb einer Hobelmaschine, eines Blockwalzwerks, einer Schachtfördermaschine, eines Werkstattkrans oder den durch ihren Entwicklungstand besonders bemerkenswerten Mehrmotorenantrieben der Papiermaschine, Walzenstraße, Großwerkzeugmaschine. Weittragend ist die Förderung und Befruchtung, die sich von solchem Schaffen auch der Arbeitsmaschinentechnik selbst mitgeteilt und zu erfolgreicher Gemeinschaftsarbeit hingeführt hat, als deren sichtbares Zeichen auf allen Industriegebieten die Elektroarbeitsmaschine herangereift ist. Nicht hoch genug ist die leichte Meßbarkeit des elektrischen Energieverlaufes zu bewerten, die bei mechanischer Kraftübertragung nur mit Schwierigkeiten und im allgemeinen nur laboratoriumsmäßig, beim elektrischen Betrieb aber äußerst bequem, z. B. an Mehrmotorenantrieben bei jeder Arbeitseinheit anwendbar ist, zur Prüfung der Betriebsweise, zur rechtzeitigen Verhütung von Störungen, zur wissenschaftlichen Durchdringung der Arbeitsvorgänge, und so als bester Schrittmacher für die weitere Entwicklung der Arbeitsmaschinen und die Einführung des elektrischen Antriebs zu erkennen ist.

Nach wie vor ist der Elektromotor der Hauptbaustein der elektrischen Kraftübertragung, der wesentlichste Träger der Anwendungen des elektrischen Stromes. In größtem Ausmaß ist er Gegenstand der Forschung in den Laboratorien der Hochschulen und Industriewerke wie des Unterrichts und in diesem Sinne Abbild des Standes der elektrotechnischen Wissenschaft. Auch auf dem Gebiet der praktischen Anwendungen des Elektromotors ist man heute bemüht, die große Masse der Antriebsformen nicht nur in Einzeldarstellungen nach Industriezweigen zu ordnen, sondern durchgehende Linien zu erfassen, nach denen die Entwicklung des elektrischen Antriebs auf verwandten Fertigungsgebieten in ähnlichen Bahnen sich vollzogen hat. In diesem Strome einer beispiellosen, immer weiter ausgreifenden Entwicklung ist es Gebot, einmal auf Augenblicke Halt zu machen, einen Meilenstein zu setzen, um das Vergangene, Geleistete zu würdigen und die der nächsten Zukunft vorgesteckten Ziele voll ins Auge zu fassen. Diesem Vorhaben einer rück- und vorwärtsschauenden Rechenschaftslegung hat die führende elektrotechnische Zeitschrift in dankenswerter Weise ihre Spalten geöffnet, hat berufene Vertreter der schaffenden Elektrotechnik zur Mitarbeit gewonnen und so die Voraussetzungen hergestellt, unter welchen dem von unseren besten Wünschen begleiteten Sonderheft des elektrischen Antriebs eine förderliche Auswirkung auf gute Weiterentwicklung dieses wichtigen Gebiets zum Wohle der deutschen Wirtschaft beschieden sein wird.

Digitized by Google

Übersicht über das Gesamtgebiet der elektrischen Antriebe in der Industrie.

Von Dr.-Ing. F. Oertel, Berlin.

Im ganzen Bereich der Industrie gibt es heute nur wenige Arbeitsmaschinen, für die ein unmittelbarer elektrischer Antrieb noch nicht durchgebildet ist, oder bei denen man aus grundsätzlichen Erwägungen darauf verzichtet hätte.

Um einen Überblick über das Gesamtgebiet der elektrischen Antriebe in der Industrie zu gewinnen, ist also erste Voraussetzung die, sich zunächst eine gedrängte Übersicht über die technologische Einteilung der Industriezweige und ihrer Arbeitsmaschinen zu verschaffen. Hierzu ist es naheliegend, sich der Ordnung zu bedienen, die sich in jedem einzelnen Industriegebiet von selbst ergeben hat, nämlich nach der Reihenfolge, in der die Arbeitsmaschinen vom Fertigungsgut durchlaufen werden. Arbeitsmaschinenpläne dieser Art dienen zu dem Zweck, die produktionstechnischen Zusammenhänge in dem betreffenden Fachgebiet zu übersehen, wobei die Antriebsfrage dann hinsichtlich ihrer Bedeutung für das Ganze naturgemäß an zweiter Stelle steht. Denkt man sich die Pläne der Arbeitsmaschinenfolge mitsamt den Antriebsausführungen von allen Industrien nebeneinandergelegt, so ist damit noch keine eigentliche Übersicht gewonnen, denn beim Durchsehen einer solchen Bestandsaufnahme aller möglichen Antriebsfälle würde man in den einzelnen Industriezweigen auf sehr viele ähnlich gelagerte Antriebslösungen stoßen, durch deren ungesichtete Menge ein Gesamtüberblick unnötig erschwert wird. Man muß also darauf ausgehen, im Gesamtbild der Industrien zunächst solche Arbeitsmaschinen zu Gruppen zusammenzufassen, die gleichartige Antriebsbedingungen, d. h. bemerkenswerte Gemeinsamkeiten im Aufbau, im Fertigungsverfahren, in der Betriebsweise aufzuweisen haben. Dieser Absicht dient in erster Annäherung eine Scheidung nach Maschinen der Stoffverarbeitung und der Stoff- oder Lastenbewegung, wie in einer knappen Zusammenstellung einiger wichtigerer Industriezweige und Arbeitsmaschinengattungen auf der Tafel 1 angedeutet. Ist schon mit der Verarbeitung auch die Bewegung der Stoffe eng verknüpft — was erzeugt ist, muß auch laufend fortgeschafft werden —, so tritt diese erst bei den auf der rechten Seite der Übersicht genannten Maschinenarten als selbständiger Arbeitsvorgang auf. Hier sieht man eine ausgesprochene Ähnlichkeit in der Bewegungsaufgabe und damit auch den Antriebsbedingungen bei den Maschinen zur Förderung von flüssigen und luftförmigen Körpern, den Pumpen, Lüftern, Gebläsen aller Art, anderseits den verschiedenen Hebemaschinengattungen unter sich. Die Vertreter der rechten Tafelseite haben das gemeinsam, daß sie mehr oder weniger vollzählig als Hilfsmaschinen in den stoffverarbeitenden Industrien zu Hause sind. Auch bei diesen ist nun von Interesse, was für Gemeinsamkeiten nach der Bewegungsaufgabe und dem Maschinenaufbau oder mit anderen Worten in den Grundlagen für die Antriebsdurchbildung vorhanden sind. Sie sind in diesen technologisch meist scharf voneinander geschiedenen Industriegebieten viel zahlreicher, als man auf den ersten Blick hin anzunehmen geneigt ist.

Das gilt zunächst einmal vom Arbeitswerkzeug. Die am meisten vorkommende Grundform — eine Verkörperung der Drehbewegung — ist die Walze oder das Walzenpaar. Von ihm hat das Eisenwalzwerk seinen Namen. Zwischen Walzenpaaren werden vier Fünftel aller Fertigungsvorgänge in der gesamten Faserstofftechnik vollzogen; überall handelt es sich dort um fortlaufende Führung der Fasern und Fäden in der Spinnerei, oder flächenförmiger Fasergebilde in der Weberei, der Tuchveredlung, Papiererzeugung und -verarbeitung einschl. der Druckerei, dgl. in der Gummifabrikation. Am Schlusse aller dieser Arbeitsvorgänge folgt zumeist ein Aufwickeln auf Walzen, Spulen, Rollen zum Fortschaffen des Erzeugten, dem sich erneut Ab- und Umwickelvorgänge anschließen können für die zur Weiterverarbeitung bestimmten Zwischenerzeugnisse. Als ein Abwickelvorgang kann schließlich kinematisch auch das Abschälen der Furnierplatten vom Holzstamm oder die Spanabhebung vom walzenförmigen Werkstück auf der Drehbank aufgefaßt werden. Walzen oder Trommeln für das Auf- und Abwickeln von Seilen als Zugmittel bilden den Kern der Arbeitsvorrichtung bei der großen Gruppe der Hebemaschinen aller Art. Walzen, welche die Stoffverarbeitung nicht am äußeren, sondern am inneren Umfang durchführen, bilden die eigentliche Arbeitsvorrichtung bei Zentrifugen, Zementtrommeln, Drehöfen, Zerkleinerungsmaschinen.

Wenn sich so durch diese Häufigkeit einer einzigen Werkzeugform gewisse Arbeitsmaschinen aus technologisch ganz verschiedenen Fertigungsgebieten zu Gruppen mit gleichartigen Antriebsbedingungen und -lösungsformen zusammenschließen, tritt ein solcher Zusammenhang noch deutlicher hervor, wenn man einmal überprüft, wie sich aus den Einzelwerkzeugen je nach ihrer Anzahl und möglichen Beziehung zueinander der Aufbau der Arbeitsmaschine vollzieht. Die Grundform, bei der nur eine Hauptarbeitsvorrichtung vorhanden ist, der sich jedoch noch Hilfswerkzeuge hinzu gesellen können, ist vorherrschend auf dem Gebiet der Stoff- und Lastenbewegung, ebenso aber auch als häufigster Fall in allen Stoffverarbeitungsgebieten reich vertreten. Maschinen mit mehreren Hauptarbeitsvorrichtungen in geringerer Anzahl kommen in der Metallverarbeitung des öfteren vor. Eine große Anzahl gleicher Arbeitswerkzeuge ist als besonderes Kennzeichen für die Maschinen der ganzen Faserstofftechnik anzusprechen.

Nach diesen Möglichkeiten des Aufbaus einer Arbeitsmaschine aus einer oder mehreren Arbeitsvorrichtungen und je nachdem, ob im letzteren Falle eine Aufteilung der zentralen Antriebsleistung auf die entsprechende Anzahl kleinerer Krafteinheiten durchgeführt oder unterblieben ist, ordnen sich die Maschinen aus allen Industriezweigen in die antriebstechnisch wesentlich verschiedenen Gruppen der Ein- und Mehrmotorenantriebe ein.

Bei Mehrmotorenantrieben tritt nun noch eine ebenfalls technologisch bedingte Scheidung in zwei Sonderarten hervor, die beide auf Maschinen aus verschiedensten Industriezweigen Anwendung finden. Es handelt sich darum, in welcher Beziehung im Rahmen einer Arbeitsmaschine die einzelnen Hauptwerkzeuge zueinander stehen, ob sie — nach elektrotechnischer Ausdrucksweise — fertigungsmäßig parallel oder in Reihe geschaltet sind. Beide Fälle sind technologisch wie antriebsmäßig scharf voneinander geschieden; für jeden ergibt sich, wenn man vom Einzelantrieb der ganzen Maschine zur Aufteilung auf eine Anzahl kleiner Krafteinheiten übergeht, eine besondere Art von Mehrmotorenantrieben. Bei „Parallelschaltung" verarbeitet jedes Werkzeug sein eigenes Arbeitsgut, wie in der Metallindustrie bei Mehrspindelbohrmaschinen, in der Spinnerei bei den Vorbereitungsmaschinen, den Strecken, Kämmaschinen, und besonders bei sämtlichen Spinn-, Zwirn-, Spul- und Cotton-Wirkmaschinen. Bei „Reihenschaltung" geht dagegen ein Werkstoff im Fließfertigungswege von der einen auf die andere Arbeitsstelle über; das gibt dann die zur Fließfertigung geeigneten Maschinensätze, z. B. der Aufbereitungsanlagen für Formsand in den Gießereien, Zerkleinerungsmaschinensätze der Stein- und Zementindustrie, die Kohlenwäschen, die Anlagen der Braunkohlenverarbeitung. Als weitere

Tafel 1. **Hauptsächlichste Industriegebiete und Arbeitsmaschinen.**

Stoffverarbeitung					Stoffbewegung
Bergwerksindustrie	Metallindustrie	Faserstoffindustrie	Chemische u. keramische Industrie	Nahrungsmittelindustrie	Ortsveränderung v. Stoffen, Lasten für alle Industriezweige
		Maschinen der			
Bohr- u. Schrämmaschinen Steinkohlenaufbereitung Braunkohlenverarbeitung	Walzwerke Werkzeugmaschinen	Textil-, Papier-, Druckerei-, Leder-, Gummi-, Holzverarbeitung	Zement-, Glasverarbeitung	Müllerei-, Bäckerei-, Brauereimaschinen	Lüfter, Gebläse, Pumpen, Waagerecht- u. Schlägförderer, Fördermaschinen, Krane, Aufzüge, Haspel, Winden

Digitized by Google

Beispiele aus der Faserstofftechnik wären zu nennen in der Textilindustrie die Mehrkrempelsätze, Bleichanlagen, Merzerisiermaschinen, Spann- und Trockenrahmen; in der Papierindustrie vor allem die Papiermaschine, in der Druckerei die Rotationsmaschine. Als Schwerbetriebe aus dem Hüttenwesen sind schließlich die Walzwerke für Schienen, Eisenbänder und die kontinuierlichen Drahtstraßen der technologisch gleichen Klasse zuzurechnen.

Alle diese Maschinensätze mit einer Mehrzahl selbständiger Arbeitsvorrichtungen oder -einheiten weisen in bezug auf die Antriebsaufgabe Gemeinsamkeiten auf, hinter denen die industriellen Fachgebietsgrenzen als mehr oder weniger unwesentlich in den Hintergrund treten. Diese Aufgabe, welche solchen Mehr- und Vielmotorenantrieben gestellt ist, besteht in einem geeigneten Zusammenschluß aller Teilmotoren auf der Stromversorgungseite zur zweckentsprechenden Geschwindigkeits- oder Drehzahlführung für sämtliche Arbeitseinheiten. Dies ist besonders schwierig bei jenen Fließfertigungs-Maschinensätzen mit in Reihe geschalteten Arbeitsstellen, bei denen ein Werkstoff auf immer größer werdende Länge gleichzeitig mit stetiger Querschnittverminderung herausgearbeitet wird, wie in der Faserstofftechnik die Fasermasse zum gesponnenen Faden, der Papierbrei zur endlosen Papierbahn, im Walzwerk der Stahlblock zur Blechtafel, zu Formschienen, zu Drähten. Die hierbei im Einzelnen auftretenden Antriebserfordernisse sind in der von der Elektrotechnik geschaffenen Begriffsbezeichnung „Gleichlaufproblem[1]“ zusammengefaßt.

Wie man sieht, wird man bei dem Bemühen, den Überblick über das Gesamtgebiet der elektrischen Antriebe durch Zusammenfassen aller Arbeitsmaschinen mit gleichartigen Antriebsbedingungen zu erleichtern, von der ursprünglichen Betrachtungsgrundlinie, dem einzelnen Industriezweig, allmählich abgedrängt und auf Herausschälung bestimmter Grundprobleme oder Grundfragen des elektrischen Antriebes hingeführt, die besonders ausgiebig zutage treten, sobald man sich von dem vorhin besprochenen Aufbau der Arbeitsmaschine nun der ihr zugedachten Betriebsweise zuwendet und unter diesem Gesichtswinkel sich weiterhin nach gleichartigen Zügen auf verschiedenen Industriegebieten umsieht.

Da stößt man zuerst auf die Frage der zeitlichen Antriebsausnutzung, nach der sich alle Arbeitsmaschinen in mehrere große Gruppen trennen, nämlich in solche mit Dauerbetriebsweise oder mit unterbrochenem (aussetzendem, kurzzeitigem) Betrieb, ein Gegensatz, der für die Frage der Motorgrößenbemessung und auch die sonstige bauliche Motordurchbildung von einschneidender Bedeutung ist. Will man des weiteren verfolgen, wie auch die anderen Seiten der Betriebsweise von Arbeitsmaschinen auf die Herausstellung bestimmter Grundprobleme hinführen, so geht man dazu am einfachsten dem leitenden Gesetze nach, daß die Antriebsleistung sich aus dem Produkt von Drehmoment und Drehzahl aufbaut, indem man beide Faktoren auf ihre Größenordnung, ihre Wirkungsrichtung und ihren zeitlichen Verlauf hin ansieht.

Das führt beim Drehmoment auf eine andere Scheidung, die wiederum für die bauliche Motordurchbildung von großem Einfluß ist, nämlich in Leichtantriebe und Schwerantriebe, wie z. B. große Werkzeugmaschinen, große Blechscheren, Hobelmaschinen, dann vor allem die Walzwerke, die Schachtfördermaschinen und großen Krane. Ob ferner das Drehmoment immer im wesentlichen gleich oder stark veränderlich ist, unter Umständen sogar negativ werden kann, dadurch werden die Fragen des Überlastschutzes, des Lastausgleichs, der Energierückgabe aufgeworfen, die gerade bei den eben genannten Schwerantrieben eine besondere Rolle spielen, soweit sie mit aussetzendem Spiel als Umkehrantriebe arbeiten. Mit diesem Stichwort ist die Frage der Drehrichtung berührt, nach welcher sich wiederum alle Arbeitsmaschinen gliedern in solche mit einer Drehrichtung oder Umkehrantriebe.

Was nun die Arbeitsgeschwindigkeit als zweiten Hauptfaktor der Betriebsweise anbelangt, so führt die Frage nach der Größenordnung auf die weitere Trennung in Langsamläufer und Schnelläufer, unter denen die Kunstseide-Spinnzentrifugen als Vielmotorenantriebe und die Werkzeug-Schleifspindeln an erster Stelle stehen. Von größtem Einfluß auf die Wahl der Motorart und die Durchbildung der Antriebe ist schließlich der Gegensatz zwischen Arbeitsmaschinen mit gleichbleibender oder veränderlicher Drehzahl. Der letztere Fall führt auf die Frage der Drehzahleinstellung in beliebiger Höhenlage, die bei den meisten Arbeitsmaschinen aller Fertigungszweige nötig ist und bei Mehrmotorenantrieben dann in das Gleichlaufproblem ausmündet. Weiterhin gelangt man hier auf das bedeutsame Gebiet der Arbeitsspielregelung, die bei vielen Maschinen der Stoffverarbeitungsindustrie, darunter besonders der Faserstofftechnik und der Metallverarbeitung, ein Höchstmaß in der Anpassung des elektrischen Antriebs an den Fertigungsvorgang herbeiführt.

Für alle eben genannten Einteilungsmöglichkeiten, Antriebsgattungen und Problemstellungen gibt es vielfache Beispielsfälle in verschiedenen Industriezweigen, die in den nachfolgenden Aufsätzen behandelt werden. Sie stellen zusammen gewissermaßen Querverbindungen dar zwischen den Längslinien des Fertigungsverlaufs, nach denen sich in den einzelnen Industriegebieten die Arbeitsmaschinen gruppieren. Eine durchgreifende Übersicht über das ganze Gebiet des elektrischen Industrieantriebes wird also erst dann zu erreichen sein, wenn alle diese nach Problemen gesehenen Einteilungsmöglichkeiten im Gesamtbild der Industrien mit zum Ausdruck kommen und darin so eingebaut sind, daß sie bis in die Einzelheiten verfolgt werden können, ohne daß die Gesamtlinie der Darstellung dabei durchbrochen wird.

Eine solche erschöpfende Systematik des elektrischen Antriebes setzt voraus, daß der Weg zu einem ähnlichen Ziel zunächst auf dem Gebiet des Arbeitsmaschinenbaues aller Industriezweige auf der Grundlage der Mechanik etwa in Richtung der obenangegebenen Andeutungen gegangen wird. Das ist bisher von seiten des Arbeitsmaschinenbaues weder verlangt, noch in Angriff genommen worden; die Anregung dazu ist dem elektrischen Antrieb vorbehalten geblieben, für den die Forderung nach Anpassung an jede Arbeitsmaschinenart notwendigerweise zum Angriffspunkt für eine vereinheitlichende Behandlungsweise von Arbeitsmaschine und Antriebsmotor werden mußte.

Bislang wurde besprochen, was für Zusammenhänge unter Heranziehung und Auswertung der erreichbaren Beispielsfälle aus allen Industrien noch zu durchdenken und darzustellen sind, um zu einer alle Seiten der elektrischen Antriebsfrage gleichmäßig berücksichtigenden systematischen Gesamtübersicht über das Gebiet zu gelangen. Einstweilen kann man sich diesem Ziele im Sinne der Aufsatzüberschrift in der Weise annähern, indem man z. B. eine Aufstellung nach der Tafel 1 dahin erweitert, daß man unter den einzelnen Industriezweigen die hauptsächlichsten Arbeitsmaschinen, die eine bemerkenswerte Antriebsentwicklungstufe erreicht haben, einzeln aufführt, und von den verschiedenen Einteilungsmöglichkeiten zunächst nur einige im Schema berücksichtigt, wie es in Tafel 2 durch Erkennbarmachung der zeitlichen Antriebsausnutzung und der Geschwindigkeitsrichtung durchgeführt ist. Für den Übersichtszweck müßten nun weiter bei jedem der Arbeitsmaschinenbeispiele die Besonderheiten der betreffenden Antriebsaufgabe und ihre elektrische Lösung vermerkt sein. Dies stößt auf Darstellungschwierigkeiten insofern, als die Elektrotechnik für jede der bei Arbeitsmaschinen vorliegenden Antriebsaufgaben eine Stufenleiter von Erfüllungsmöglichkeiten zur Verfügung gestellt hat, aus denen die Praxis sich die für den Einzelfall jeweils wirtschaftlichste Lösungsform heraussucht. Diese Reihenfolge der Erfüllungsmöglichkeiten ist mit gewisser Annäherung parallel zu setzen der Wertigkeitsfolge der in der Praxis gebräuchlichen Motorenarten und Antriebsanordnungen. Die Linie führt vom Kurzschlußläufermotor über den polumschaltbaren Motor zu den Antriebsmotoren mit Reihenschlußverhalten (Schleifringläufermotor mit Regelwiderständen, Gleich- und Drehstrom-Reihenschlußmotor), dann zu den Motoren und Antriebsanordnungen mit Nebenschlußverhalten, den Gleich- und Drehstrom-Nebenschlußmotoren, den Regelsätzen, der Frequenzwandlung, der Zu- und Gegenschaltung; schließlich stellt die Leonard-Anordnung einen Gipfel der Erfüllungsgüte dar.

Bei den meisten Arbeitsmaschinen sind nun bekanntlich in der Praxis mehrere dieser Lösungen nebeneinander vertreten. Will man das alles in der Übersicht zum Ausdruck bringen, so würde die Übersichtlichkeit wieder in Frage gestellt. Diese Schwierigkeit wird umgangen, wenn man eine Aufstellung nach Art von Tafel 2 für jede Motorart oder Antriebsanordnung gesondert durchführt, wie das in der Tafel 3 für das Leonard-Verfahren zur Anschauung gebracht ist. Solche Blätter geben Teilbilder oder Querschnitte des Gesamtentwicklungstandes der elektrischen Industrieantriebe und vermögen, nebeneinander betrachtet, einen Überblick über die Verteilung der Antriebslösungsformen auf die einzelnen Industriezweige und Arbeitsmaschinen zu bieten. Auf diesem Wege kann man zu einer umfassenden Systematik des Industrieantriebes gelangen.

[1] Vgl. S. 988 dieses Heftes.

Digitized by Google

Tafel 2 (zum Aufsatz Oertel): Übersicht über Industrie-Arbeitsmaschinen*.

Betriebsweise	Stoffverarbeitung							Stoffbewegung			
	Bergwerksindustrie	Metalle spanabhebend	Metalle formend	Faserstoffe Textilindustrie	Faserstoffe Papier, Leder, Gummi	Chemie, Keramik	Nahrungsmittel	Ortsveränderung von Stoffen, Lasten in waagerechter Richtung	in schräger Richtung	in senkr. Richtung	
Dauerbetrieb	Drehbohrmasch. Schrämmasch. Kurbelstoßmaschinen Untertagemaschinen	Drehbänke Bohrmaschinen Fräsmaschinen Schleifmasch. Hobelmaschinen	Sägen Biegemaschinen	Vorbereitgs.-Maschinen Spinn- u. Zwirn- „ Spul- u. Flecht- „ Strick- u. Wirk- „ Webstühle Kalander Zeugdruckmaschinen	Holzschleifer Kalander Papiermaschinen Umroller Schnellpressen Rotationsmasch. Gummikalander	Drehöfen Zementmühlen Betonschleudern Schachtöfen Kühlöfen Glasziehmasch.	Backöfen Beschicker Schnitzelmasch. Rübenwäschen Trockentrommeln Gärschränke	Lüfter, Gebläse, Pumpen aller Industriezweige *Schiffschrauben,* *Steuerrudermaschinen*			Flüssige, luftförmige Stoffe
			Pressen Scheren Stanzen					Verladebänder Schüttelrinnen Schüttelrutschen Förderroste Förderschnecken	Bagger Abraumförderbrücken		Feste Körper
			Durchlaufende Walzenstraßen	*Waschmaschinen* *Färbemaschinen*	*Gerbfässer*	*Rührwerke*	*Rührwerke*				
Aussetzbetrieb	Türhebevorrichtungen *Koksausdrückmaschinen* *Brikettpressen*	*Hobelmaschinen*	*Umkehr-Walzwerke*	Zentrifugen				*Rangierwinden* *Verladebrücken* *Drehscheiben* *Schiebebühnen* *Schwenkwerke*	*Schräghaspel* *Gichtaufzüge* *Schrägförderer*	*Fördermaschinen* *Krane* *Aufzüge* *Winden* *Haspel*	
Kurzzeitbetrieb		*Werkzeugmaschinen-Hilfsantriebe (Querbalken-, Reitstock-, Support-Vorschubantrieb)*				*Filterpressen* *Glasglühöfen* Zentrifugen Seifenschneidmaschinen Glastransporttische	*Filterpressen* Knetmaschinen Zuckerzentrifuge Kleinantriebe	*Scheinwerfer-Schwenkwerke* *Geschützturm-Schwenkwerke* *Torpedorohr-Schwenkwerke* *Fernrohrantriebe*	*Schleusenwehre* *Bewegliche Brücken*	*Schiffsankerwinden* *Verholspills* *Bootswinden*	

Tafel 3. Anwendungsbeispiele für Leonard-Antrieb*.

	Stoffverarbeitung							Ortsveränderung von Lasten und Stoffen	
	Bergwerke	Metalle Spanabhebung	Metalle Formung	Faserstoffe Textil	Faserstoffe Papier	Faserstoffe Gummi	Zement	in waagerechter Richtung	in senkrechter Richtung
Dauerbetrieb	Dieselelektrische Antriebe für Rotary-Bohreinrichtungen	Karussell-Drehbänke Furnierschälmaschinen		Kalander Merzerisiermaschinen Bleichanlagen Trockenmaschinen *Waschmaschinen*	Kalander Umroller Papiermaschinen	Kalander	Betonschleudern Drehöfen	Kolbenpumpen für Kanalisationsanlagen Speisepumpen für Hochdruckkessel (Benson, Löffler)	
		Tischantriebe von *Fräsmaschinen* *Schleifmaschinen* *Hobelmaschinen*	Durchlaufende Walzenstraßen				Rostantriebe	*Schiffschrauben*	
Aussetzender Betrieb			*Umkehr-Walzwerke*					Förderbänder *Steuerrudermaschinen* *Scheinwerferantriebe*	*Schachtfördermaschinen* *Krane* *Aufzüge* *Bootswinden*
			Schmiedepressen						
Kurzzeitbetrieb		Gleichstrom-Pendelmaschinen						*Geschützturm-Schwenkwerke* *Torpedorohr-Schwenkwerke* *Fernrohrantriebe*	

* Schaltungen Umkehrantriebe

Digitized by Google

Die heutigen Motorenarten.

Von Dipl.-Ing. **Günther Scharowsky**, Berlin.

Die Urform des elektrischen Motors ist die offene Bauart. In dieser Ausführung bleiben betriebstechnische Einflüsse unbeachtet. Wicklungen, Kommutatoren, Schleifringe liegen offen zutage. Die ganze Konstruktion hat nur auf Herstellung und Preis Rücksicht zu nehmen. Diese Bauart hat große Bedeutung, weil die elektrischen Antriebe vielfach in so sauberen Betrieben verwendet werden, daß die elektrischen und mechanischen Teile des Motors nicht gefährdet sind. Ein extremes Beispiel für die offene Urform gibt die amerikanische Type in Abb. 1. In den V. S. Amerika werden mehr als anderswo solche ganz ungeschützten Motoren rücksichtslos verwendet.

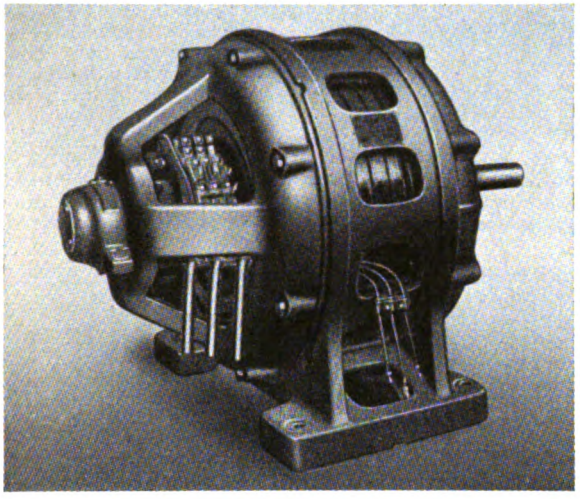


Abb. 1. Offener Drehstrommotor (amerikanische Bauart).

Das immer weitere Vordringen des Motors in die Betriebe und an die Arbeitsmaschine selbst forderte, die stromführenden und auch die mechanischen Teile vor äußeren Einflüssen, wie Staub, Faserstoffe, Gase, Flüssigkeiten, und auch vor mechanischen Beschädigungen usw. zu schützen. Die Abb. 2 gibt ein Beispiel für einen geschlossenen Webstuhlmotor als einen der ersten Vertreter dieser Bauart, da in der Textilindustrie schon frühzeitig die hervorragenden Vorteile des Einzelantriebes erkannt wurden. Die vollständige Kapselung des Motors brachte eine Vergrößerung der Modelle mit sich, da die Wärme nur noch durch die Oberfläche des Motors abgeführt werden konnte. Hierdurch erhöhte sich der Motorpreis. Eine wesentliche Verbilligung dieser geschlossenen Motoren wurde aber durch die Einführung der Oberflächenkühlung erreicht. Ein auf der Motorwelle angeordneter Ventilator schickt über den Rücken des Motors einen Luftstrom, der die Wärme entweder der glatten oder besser noch einer durch Rippen vergrößerten Oberfläche entnimmt (Abb. 3).

Abb. 2. Geschlossener Drehstrommotor (Webstuhlmotor).

Bei Motoren, deren Verlustwärme hauptsächlich im Läufer entsteht, ist die Überleitung der Wärme auf die Oberfläche mit Schwierigkeiten verbunden. In diesen Fällen wird die Innenluft des Motors in einen Kreislauf geführt, entnimmt beim Durchstreichen des Läufers die Hauptverlustwärme und gibt sie in Kühlrohren an den vorbeistreichenden Außenluftstrom ab. Einen der neuesten Vertreter dieser Bauart zeigt Abb. 4. Bei kleineren Motoren verzichtet man zumeist auf die Rohre oder Rippen dieser oberflächengekühlten Motoren und kommt zu einfachen Konstruktionen mit Aluminium- oder Stahlblechgehäusen.

Auch die weitere Entwicklung des offenen Motors wurde hauptsächlich durch die Kühlungsfrage maßgebend beeinflußt. Um das aktive Material gut ausnutzen zu können, muß der Kühlluftstrom möglichst an diejenigen Stellen herangebracht werden, an denen die Verlustwärme entsteht. Gleichzeitig suchte man durch einen gewissen Schutz den Anwendungsbereich der offenen Motoren zu erweitern. Dieser Weg führte zur axial belüfteten Type (Abb. 5). Diese Bauform vereinigt nach dem heutigen Stande der Motorentechnik eine vorzügliche Ausnutzung des aktiven Materials und einen gewissen Schutz gegen mechanische Beeinflussung und gegen Tropf- und Spritzwasser. Einen besonderen Raum nimmt die Lüftungsfrage in denjenigen Fällen ein, in denen Gemeinschaftskonstruktionen zwischen Arbeitsmaschinenbau und Elektromaschinenbau stattfinden. Hierbei werden die sog. Einbaumotoren (Abb. 6) verwendet. Alle lüftungstechnischen Voraussetzungen für die richtige Ausnutzung dieser Motoren sind nunmehr vom Arbeitsmaschinenbau zu

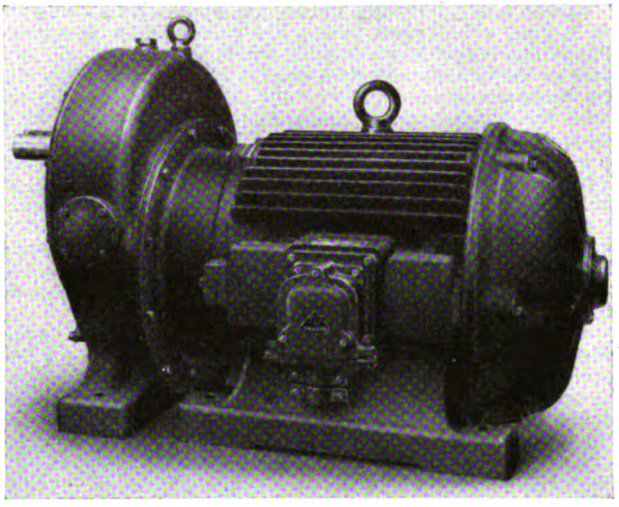


Abb. 3. Geschlossener Drehstrommotor mit Oberflächen-Rippenkühlung (Vorgelegemotor 40 kW, 980/200 U/min).

übernehmen. Nur eine enge Zusammenarbeit, bei der der eine Teil dem anderen stets Rechnung trägt, kann hier zu gutem Erfolg führen.

Liegen die Verhältnisse so schwierig, daß eine Abführung der Wärme durch Luft nur in geringem Maße möglich ist, muß zu besonderen Mitteln gegriffen werden, um die dem Elektromotor gestellten Aufgaben zu lösen. Die Verhinderung der Wärmeableitung, die durch hohe Außentemperaturen oder durch die Unmöglichkeit einer Luftzuführung bedingt sein kann, bringt hohe Temperaturen für die einzelnen Motorteile mit sich. Diese kann man dadurch beherrschen, daß man die wärmeempfindlichsten Teile des Motors, nämlich die Isolation, mit besonderen hitzebeständigen Stoffen ausführt. Derartige Motoren mit hitzebeständiger Wicklung haben sich in letzter Zeit immer mehr durchgesetzt. Ihre Anwendung bleibt aber nicht nur auf diejenigen Fälle beschränkt, in denen eine hohe Motortemperatur nicht zu umgehen ist, sondern infolge der höheren Ausnutzung der verwendeten Materialien ist auch eine höhere Leistung des Motors, bezogen auf Gewicht und Preis, erreichbar. Wie weit diese Vorteile in Zukunft ausgenutzt werden können, hängt davon ab, wie sich die Betriebe mit den höheren Temperaturen in den Motoren abfinden, und wie hoch die Forderungen hinsichtlich Wirkungsgrad und Leistungsfaktor gestellt werden. Die Betriebsergebnisse der letzten Jahre haben gezeigt, daß die Motoren an Betriebsicherheit denjenigen nicht nachstehen, die mit Normalisolation ausgeführt sind, und daß die Aussicht besteht, auch bei Überschreitung der verbandsnormalen Grenzen für hitzebeständige Wicklung erfolgreich zu arbeiten.

Digitized by Google

Falls die Zukunft wesentliche Temperaturerhöhungen des aktiven Materials der Motoren mit sich bringen sollte, wird wegen der ausstrahlenden Wärme hinsichtlich Anordnung und Kühlung auch die Lagerfrage wieder behandelt werden müssen, die nach dem Entwicklungsgang der letzten Jahre fast durchweg zugunsten des Kugel- und Rollenlagers entschieden worden ist.

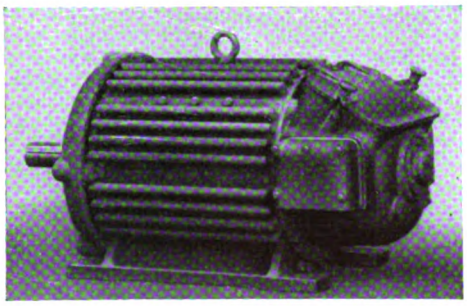


Abb. 4. Geschlossener Gleichstrom-Nebenschlußmotor mit Oberflächen-Röhrenkühlung (40 kW, 950 U/min).

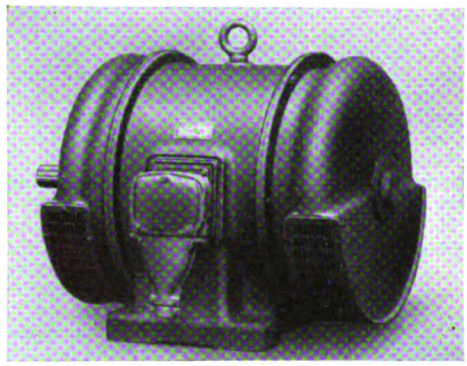


Abb. 5. Geschützter Drehstrommotor mit axialer Belüftung (315 kW, 1470 U/min).

Hohe Anforderungen an die Regelfähigkeit und die Anlaufverhältnisse haben die wertvollsten Konstruktionen auf dem Motorengebiet hervorgerufen. Es entstanden besonders auf dem Gebiet des Drehstromes und des Einphasenstromes Kommutatormotoren, die vielfach durch die besonderen Forderungen der Antriebe in ihren Konstruktionen bestimmt waren. Einen der bezeichnendsten Vertreter dieser Art, einen Nebenschlußmotor für Spinnmaschinenantrieb, zeigt Abb. 7. Auch die Kommutatormaschinen haben, wenn auch später, den Vormarsch in der Richtung zur Arbeitswelle angetreten und mußten in ihrer äußeren Gestaltung den ihnen dadurch entgegentretenden schwierigen Betriebsbedingungen Rechnung tragen. So entstanden oberflächengekühlte Drehstrom-Kommutatormotoren (Abb. 8).

Auf der anderen Seite haben gerade in den letzten Jahren Bestrebungen im Vordergrund gestanden, die Motoren den Betrieben in möglichst einfacher Form zur Verfügung zu stellen und vor allem dem Kurzschlußläufer-Motor die breiteste Verwendung zu sichern. Besonders bei den Kleinstmotoren suchte man schon des Preises wegen Kommutatormotoren und Schleifringe zu vermeiden. In diesem Bestreben wurde in neuerer Zeit der Kondensatormotor entwickelt, der es gestattet, einen Einphasenmotor mit Hilfsphase durch Zuschaltung eines Kondensators mit Drehmomenten anlaufen zu lassen, die sogar für einen Drehstrom-Kurzschlußläufer-Motor nur unter Anwendung verwickelter Käfigausführungen möglich sind.

Der bekannte Siegeszug des Kurzschlußläufer-Motors kann vielleicht durch nichts besser geschildert werden als durch die großen Leistungen, für die derartige Motoren ausgeführt und ohne Zwischenschaltung irgendwelcher Anlaßgeräte direkt auf das Netz geschaltet werden. So zeigt Abb. 9 mehrere 2000 kW-Motoren mit Wirbelstromläufer für 125 U/min, die in einem Stickstoffwerk Kompressoren antreiben und mit Hochspannungschaltern durch Fernsteuerung direkt aufs Netz geschaltet anlaufen.

Die Bedeutung des Leistungsfaktors und des Blindleistungsverbrauches in den industriellen Betrieben hat es aber vermocht, dem Vordringen des Kursschlußläufer-Motors gewisse Grenzen zu setzen. Die in den V. S. Amerika schon länger verbreitete Anwendung des Synchronmotors hat unter dem Einfluß der Blindleistungsfrage auch in Europa Boden gewonnen. Die weitgehende Durchbildung von Anlaßkäfigen und Anlaßschaltungen ermöglicht es heute, auch für so schwere Betriebsbedingungen, wie sie Kompressoren mit sich bringen, Synchronmotoren ohne weiteres zu verwenden.

Die Entwicklung des Maschinenbaues hat ebenfalls die Konstruktion und äußere Formgebung, besonders der mittleren und großen Motoren, beeinflußt. Die hervorragenden Erfolge der Schweißtechnik und die damit verbundene weitgehende Benutzung von normalen Blechen und normalen Profilen für die nicht aktiven Teile des Motors, wie Gehäuse, Läuferkörper und Grundplatte, haben sowohl den inneren Aufbau als auch das Aussehen unserer Motoren in den letzten Jahren vollkommen verändert. Die Fortschritte der Großmotorenfertigung brachten wesentliche Verkleinerungen des Durchmessers mit sich und führten zu neuartigen Konstruktionen des Zusammenbaues zwischen Schwungmassen und Motoren. Abb. 10 zeigt, daß man neuerdings die Schwungmassen in einem Durchmesser anbringt, der größer ist als der Durchmesser des Gehäuses. Man erreicht dadurch, daß sich die Abmessungen nicht mehr wie früher nach den einzubauenden Schwungmassen zu richten haben. Gleichzeitig wird ein kurzer Lagerabstand ermöglicht, der bei derartigen, meist für Kompressorantriebe bestimmten Motoren wegen der Wellendurchbiegung von besonderer Bedeutung ist.

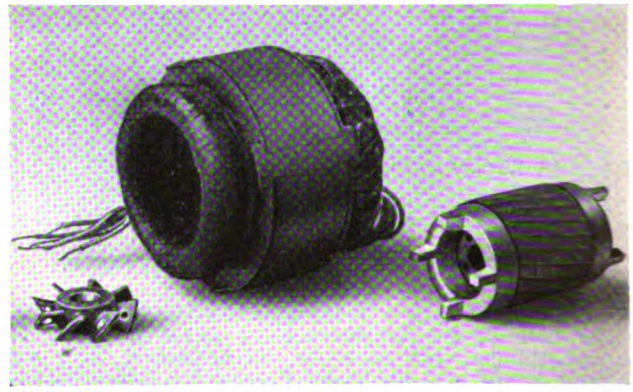


Abb. 6. Drehstrommotor zum Einbau in Arbeitsmaschinen.

Die Grenzleistungen des Elektromotorenbaues sind bis heute lediglich durch die Transportfähigkeit oder durch die Anforderungen bestimmt gewesen, die von der Industrie bzw. dem Schiffbau gestellt worden sind. Sie liegen für Walzenzugmotoren (Gleichstrommotoren) bei 33 000 kW Stoß-

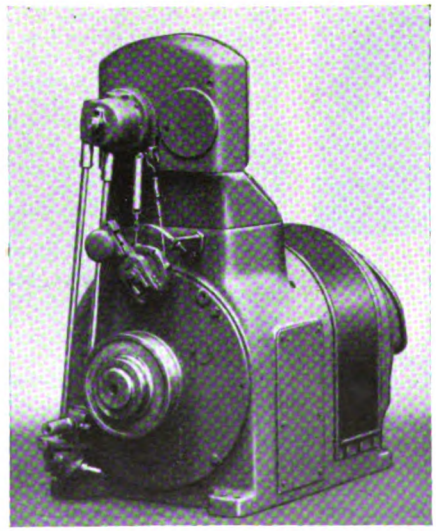


Abb. 7. Geschlossener regelbarer Drehstrom-Nebenschlußmotor für Anschluß an Luftkanäle (Spinnmotor).

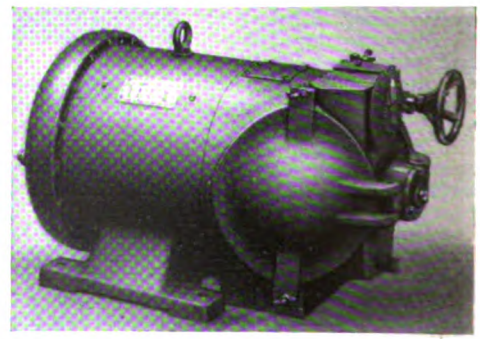


Abb. 8. Geschlossener regelbarer Drehstrom-Nebenschlußmotor mit Oberflächenkühlung (1,2 ··· 3,6 kW, 650 ··· 2000 U/min).

Digitized by Google

leistung, bei Schiffschraubenmotoren (Synchronmotoren) bei 26 000 kW. Trotz der ungeheuren Arbeit, die in den vergangenen Jahrzehnten auf dem Gebiete des Elektromotorenbaues geleistet wurde, befindet sich der weitaus größte Teil dieses Gebietes in voller Entwicklung, und es ist zu erwarten, daß durch den Einsatz von Ingenieurarbeit weitere Erfolge erreicht werden, die dem elektromotorischen Antrieb eine immer wachsende Bedeutung bringen werden.

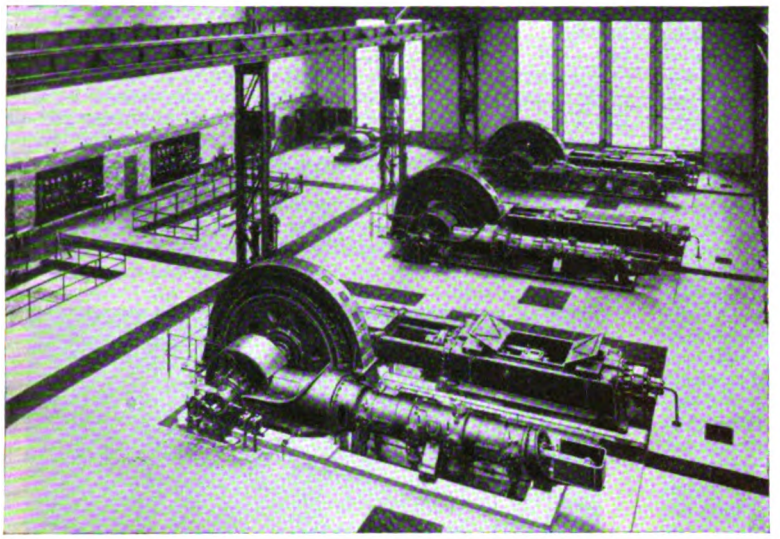


Abb. 9. Drehstrommotoren mit Wirbelstromläufer für Kompressorantrieb (2000 kW, 125 U/min).

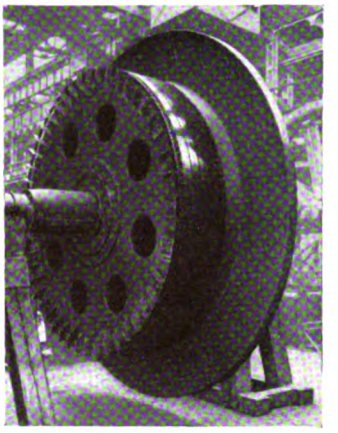


Abb. 10. Wirbelstromläufer mit angebauter Schwungmasse (1000 kW, 104 U/min).

Motorschutz.

Von Dipl.-Ing. **Hans Besold**, Berlin.

In den Errichtungsvorschriften[1] § 14 des VDE ist festgelegt, daß in elektrischen Verteilungsanlagen Leitungen gegen schädliche Erwärmung durch Schmelzsicherungen oder Selbstschalter geschützt werden müssen. Es soll dadurch vermieden werden, daß Störungen infolge von Isolationsfehlern der Leitungen eine Brandgefahr für die Umgebung bilden können. Für die an diese Leitungen angeschlossenen Motoren gibt es in den Errichtungsvorschriften eine ähnliche Vorschrift nicht. Das mag wohl in erster Linie seinen Grund darin haben, daß es zu der Zeit, in der die Errichtungsvorschriften aufgestellt worden sind, noch keine einwandfreien Schutzgeräte für Motoren gab. Die für den Leitungschutz durchgebildeten Schmelzsicherungen pflegte man seinerzeit auch den Motoren vorzuschalten, war sich aber bewußt, daß eine schädliche Erwärmung der Wicklungen, die ein Verbrennen der Isolation zu Folge haben kann, nicht behindert wird. In der Praxis hat sich aber ein großes Bedürfnis nach Einrichtungen herausgebildet, mit denen Motoren, die unbeobachtet bei Dauerbelastung in Betrieb sind, geschützt werden können. Durch diese Aufgabestellung ist der sog. Motorschutzschalter entstanden, der in den letzten Jahren in den Betrieben überall Eingang gefunden hat. Nachdem die verschiedenartigsten Konstruktionen an Motorschutzschaltern auf dem Markt erschienen waren, von denen manche den gestellten Forderungen nicht genügten, hatte im Jahre 1926 der VDE einer Unterkommission die Aufgabe gestellt, Leitsätze für Bau und Prüfung von Motorschutzschaltern aufzustellen. Die Praxis hat gezeigt, daß Motorschutzschalter, die nach diesen Leitsätzen[2] gebaut und geprüft sind, für Motoren im Dauerbetrieb einen einwandfreien Schutz gegen Überlastung verbürgen.

Wesentlich ist hinsichtlich des Schutzwertes des Schalters die Bestimmung, daß bei einer Überlast von 5 % Nennstrom des Auslösers eine Auslösung innerhalb 2 h nicht erfolgen soll, dagegen bei einer Überlast von 20 % innerhalb derselben Zeit der Schalter auslösen soll. Hiermit sind die Grenzstrombedingungen für den Überstromauslöser des Schalters festgelegt.

Es wurde davon abgesehen, den weiteren Verlauf der Auslösekennlinie in ähnlicher Weise genau festzulegen, da die Anlaufzeiten bei 3 ··· 5fachem Motornennstrom je nach den Betriebsverhältnissen sehr verschieden sein können. Bei leer anlaufenden Motoren genügen oft einige Zehntelsekunden, bei schwer anlaufenden Motoren können Zeiten bis zu 1 min erforderlich werden. Für die meisten Betriebsverhältnisse genügen Schalter, deren Auslösekennlinie so gewählt ist, daß bei 5fachem Strom etwa 5 ··· 10 s Zeitverzögerung erreicht werden. Sollen Motorschutzschalter auch zum Anlassen von Kurzschlußläufer-Motoren Verwendung finden, so muß die Schnellauslösung auf den 6 ··· 7fachen Motornennstrom eingestellt werden, damit keine vorzeitige Abschaltung durch den Anlaufstrom des Kurzschlußläufers herbeigeführt wird.

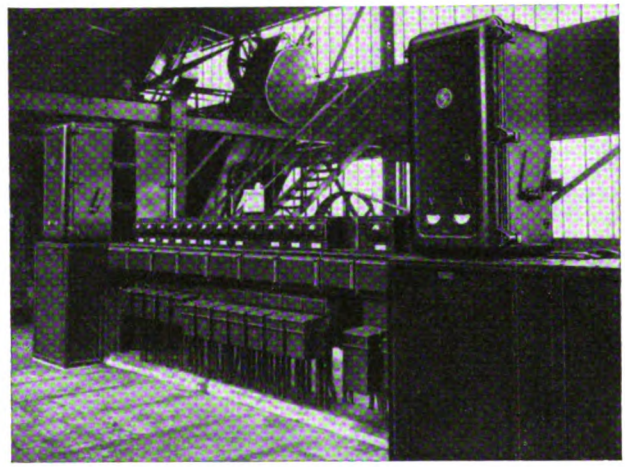


Abb. 1. Verteilungsanlage von Motorschutzschaltern mit vorgeschalteten Schmelzsicherungen im Betriebsraum.

Trotz dieser Abstimmung der Motorschutzschalter auf die normalen Betriebsverhältnisse der Motoren sind bei der Anwendung der Motorschutzschalter doch manchmal Schwierigkeiten eingetreten, und zwar beim Abschalten eines Kurzschlusses im Stromkreis. Die normalen Motorschutzschalter sind mit Wärmeauslösern, die den Motor gegen Überlastung schützen, und mit Kurzschlußauslösern, die im Falle des Auftretens eines Kurzschlusses die Abschaltung des Stromkreises bewirken, ausgerüstet. Zwecks besserer Übersicht in den Betrieben ist man in der letzten Zeit häufig dazu übergegangen, die Motorschutzschalter, die bisher meist in der Nähe des Motors aufgestellt waren, an einigen wenigen Stellen des Betriebsraumes in Gruppen zusammenzuziehen (Abb. 1). An diesen Verteilungspunkten

[1] VDE 0100/1930.
[2] VDE 0665/1930.

Digitized by Google

erreicht der Kurzschlußstrom oft eine Höhe, die die bisher gebräuchlichen Motorschutzschalter nicht mehr bewältigen können. Diese Gesichtspunkte haben die Anregung gegeben, die beiden Aufgaben zu trennen, die bisher dem Motorschutzschalter übertragen waren, nämlich die Abschaltung des Motors bei Überlastung und die Abschaltung des Kurzschlusses im Stromkreis der Motorzuleitungen und des Motors. Dem Motorschutzschalter blieb die erstere der beiden Aufgaben, das betriebsmäßige Ein- und Ausschalten des Motors und das Abschalten bei Überlast vorbehalten, während das Abschalten des Kurzschlusses einem besonderen Gerät, nämlich einer Schmelzsicherung mit hoher Abschaltleistung übertragen wurde. Durch diese Anordnung wird der große Vorteil erreicht, daß bei richtiger Bauart und Bemessung des Schalters und der Überstromauslöser die Kombination Motorschutzschalter und Sicherungen sehr großen Kurzschlußströmen bis etwa 25 000 A gewachsen ist. An Stelle der sonst sehr teuren Schalter großer Nennstromstärken, die lediglich aus Rücksicht auf das Abschalten des Kurzschlußstromes auch für kleinere Motoren Verwendung finden mußten, können wieder Motorschutzschalter entsprechend dem Nennstrom ausgewählt werden, da die vorgeschaltete Schmelzsicherung infolge ihrer hohen Abschaltleistung und der sehr kurzen Abschaltzeit die thermische und dynamische Beanspruchung des Schaltgerätes auf ein ungefährliches Maß begrenzt. Solche kurzschlußfesten Motorschutzschalter ersparen auch in den meisten Fällen dem planenden Ingenieur die Arbeit einer genauen Ermittlung des Kurzschlußstromes an der Einbaustelle des Schalters, die sonst für die richtige Auswahl der Schalter mit begrenzter Schaltleistung unbedingt erforderlich ist.

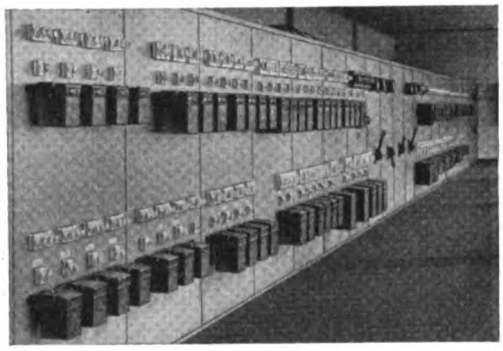


Abb. 2. Verteilungsgruppe von ferngesteuerten Motorschutzschaltern mit vorgeschalteten Schmelzsicherungen in einem besonderen Schaltraum.

Um den Vorteil solcher Motorschutzgeräte weiter auszunutzen und trotz der Zusammenziehung der Motorschutzschalter in Verteilungsgruppen eine Bedienung vom Aufstellungsort der Motoren aus zu ermöglichen, sind die neuzeitlichen Motorschutzschalter mit Fernbetätigung ausgeführt. Abb. 2 zeigt eine Verteilungsgruppe, bestehend aus Motorthermoschützen mit eingebauten, auf den Motornennstrom einstellbaren Wärmeauslösern und vorgeschalteten Hochleistungsicherungen, die an Sammelschienen mit 25 000 A Kurzschlußstrom angeschlossen sind. Die Schalter sind aus dem Betriebsraum herausgenommen und in einem besonderen Schaltraum untergebracht. Die Bedienung der Geräte erfolgt durch an die Motoren angebaute Druckknöpfe (Abb. 3).

Die Verbindung kurzschlußfester Motorschutzschalter mit kurzschlußflinken Schmelzsicherungen hoher Schaltleistung hat dem Motorschutzschalter seinen Platz in den Industrie- und Eigenbedarfsanlagen mit großen Kurzschlußströmen gesichert und hat wesentlich zur Erhöhung der Betriebsicherheit und Betriebsbereitschaft solcher Anlagen beigetragen. Dagegen war es dem Motorschutzschalter im letzten Jahrzehnt nicht gelungen, für Kleinmotoren bis 3 oder 5 kW Anwendung zu finden. Hier allerdings tragen nicht technische Unvollkommenheiten die Schuld, sondern es lag daran, daß die marktüblichen Motorschutzschalter infolge des verhältnismäßig niedrigen Preises für Kleinmotoren wirtschaftlich kaum tragbar waren. Aber auch nach dieser Richtung hin hat die Technik einen Erfolg errungen dadurch, daß es gelungen ist, Motorschutzschalter von solchen Abmessungen zu bauen, daß das Preisverhältnis zwischen Motor und zugehörigem Schaltgerät wieder erträglich geworden ist. Denn gerade bei den Kleinmotoren, die in weit größerer Anzahl wie die Motoren größerer Leistungen sich auf dem Markt befinden und fast immer von nicht fachkundigem Personal bedient werden, ist es noch dringender notwendig, zuverlässig arbeitende Schutzgeräte vorzusehen, um Störungen durch nicht übersehbare Betriebsverhältnisse zu vermeiden. Abb. 4 zeigt einen solchen Motorschutzschalter bis 4 kW mit Fernbetätigung. Die in jedem Pol liegenden Bimetallauslöser können mit nur einer Einstellschraube gemeinsam auf den Motornennstrom eingestellt werden. Die Fernschaltspule gestattet, den Schalter an der für die Installation am vorteilhaftesten sich ergebenden Stelle anzubringen, wodurch häufig eine weitere Verbilligung dadurch erreicht wird, daß bei Verwendung in feuchten Räumen, Waschküchen usw. eine wasserdichte Kapselung des Schalters sich erübrigt, weil der Schalter infolge der Fernsteuermöglichkeit außerhalb dieser Räume aufgestellt werden kann.

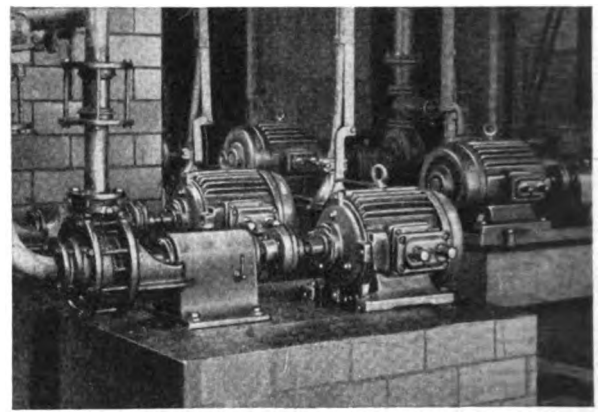


Abb. 3. Motoren mit angebauten explosionsgeschützten Druckknöpfen für die Betätigung der in einem besonderen Schaltraum untergebrachten Motorschutzschalter.

Häufig werden Motorschutzschalter in selbsttätigen Schaltungen durch Geräte mit Dauerkontaktgabe gesteuert, z. B. durch Schwimmerschalter oder durch Relais zur Überwachung des Druckes in Wasser- oder Ölleitungen. In diesem Fall ist es notwendig, das Wiedereinschalten des Schalters nach dem Auslösen durch Wärmeauslöser zu verhindern, bis die die Auslösung verursachende Störung beseitigt ist. Diese Motorschutzschalter erhalten eine Selbstsperrung, die aus einer zusätzlichen Verklinkung besteht, die den Stromkreis des Fernschaltmagneten so lange unterbricht, bis die Sperrung wieder aufgehoben wird.

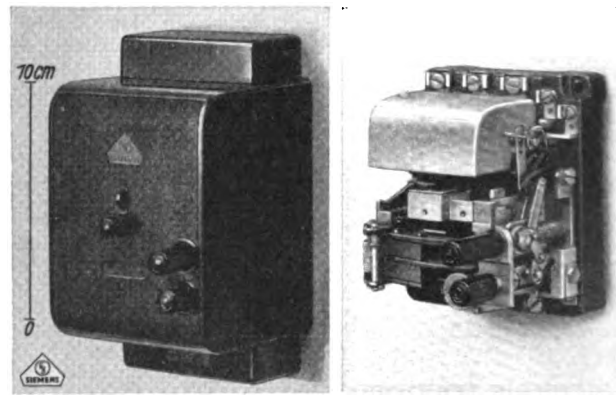


Abb. 4. Motorschutzschalter für 4 kW, 380 V, mit Fernschaltmagnet und auf den Motornennstrom einstellbaren Wärmeauslösern.

So hat die Weiterentwicklung der Motorschutzschalter in den letzten Jahren zu dem erfreulichen Ergebnis geführt, daß diese Schalter jetzt auch in Anlagen, in denen hinsichtlich Betriebsicherheit und Kurzschlußfestigkeit sehr hohe Anforderungen an die Geräte gestellt werden, vollauf genügen, daß aber auch in kleinen Anlagen, im Kleingewerbe usw., durch die Schaffung von preiswerten Geräten auf den einwandfreien Schutz von Kleinmotoren nicht mehr verzichtet zu werden braucht.

Digitized by Google

Steuerungen für elektrische Antriebe.

Von Dipl.-Ing. H. Renker, Berlin.

Die Entwicklung der Geräte und Verfahren für die Steuerung elektrischer Antriebe hatte den Linien zu folgen, die sich für die Entwicklung des elektromotorischen Antriebes überhaupt zeigen lassen:

1. Zunehmende Automatisierung, bedingt durch Forderungen wie:
   Entlastung der Bedienungsleute, damit deren Aufmerksamkeit ganz dem Werkstück, dem Fertigungs- oder dem Fördervorgang zugewandt sein, oder damit ungeschultes Personal eingesetzt werden kann;
   Vermeidung von Bedienungsfehlern und daraus folgenden Betriebstörungen;
   bessere Anpassung an die betrieblichen oder technologischen Erfordernisse des Arbeitsvorganges;
   Einsparungen an Bedienungs- oder Leerlaufkosten.
2. Aufteilung von Einmotoren- oder Gruppenantrieben in Einzelantriebe mit dem Ziel, den Elektromotor möglichst nahe an die letzte Arbeitswelle zu bringen.
3. Zunehmende Anwendung von Käfigläufermotoren.

Die beiden ersten Kennzeichen der Entwicklung führen zwangläufig zur Anwendung von Fernsteuerungen, d. h. motorbetätigten Anlassern (Abb. 1) und Reglern, sowie vor allem Schützensteuerungen. Für Punkt 1 bedarf dies keiner weiteren Erläuterung; zu Punkt 2 ist zu beachten, daß es immer notwendig ist, zwei oder mehr Motoren, die an einer Maschine oder einem Arbeitsvorgang zusammen arbeiten, in gegenseitige Abhängigkeit voneinander zu bringen, sei es bezüglich der Reihenfolge des Stillsetzens oder Anlassens oder auch bezüglich ihrer Drehzahl usw. Immer weisen diese Aufgaben auf die Verwendung von elektromagnetischen Schützen mit angebauten Hilfskontakten. Tatsächlich dürfte es heute kaum eine Aufgabe praktischer Steuerungstechnik geben, die nicht durch Schützensteuerung gelöst werden kann.

Die Bauart der Schütze ist zu einem großen Teil noch immer bestimmt durch das Verfahren der Abwälzung von zwei Kontaktflächen aufeinander zu dem Zweck, die Stelle des dauernden Stromüberganges von der Stelle, an welcher der Einschaltfunke und der Ausschaltlichtbogen entstehen, zu trennen. Dieses Prinzip ist vor allem bei Schützen für größere Leistungen nicht zu umgehen; bei Schaltschützen für kleinere Leistungen konnte man häufig zugunsten einer einfacheren Konstruktion der bewegten Schützteile davon abgehen. Daneben sind die Zusammensetzung des verwendeten Kontaktmaterials sowie die zweckmäßige Ausnutzung der magnetischen Lichtbogenlöschung von großer Bedeutung. Abb. 2 zeigt als Beispiel ein Schütz für max. 15 A Motornennstrom, bei welchem durch Benutzung von Kontakten aus Feinsilber mit 2 Unterbrechungsstellen je Phase eine sehr günstige Ausnutzung aller Teile erreicht wird. Selbstverständlich wird bei allen diesen Konstruktionen darauf geachtet, daß die einer Abnutzung unterworfenen Teile in einfachster Weise ersetzt werden können. Bei dem gezeigten Schütz ist Auswechselung der Kontaktbrücken ohne Lösung einer Schraube möglich.

Das Bild dieses Fernschalters zeigt noch eine weitere charakteristische Neuerung: die Anbringung von thermischen Auslösern für den Motorschutz unmittelbar am Fernschalter. Auch diese Maßnahme ist bedingt durch die weitgehende Aufteilung in Einzelantriebe, wobei möglichst jeder einzelne Motor einen anpassungsfähigen Überlastungschutz erhalten muß.

Der in Abb. 3 dargestellte Öl-Fernschalter besitzt außer der thermischen Auslösung noch eine dreiphasige magnetische Schnellauslösung, und seine Abschaltleistung ist durch besondere Mittel auf sehr hohe Werte gebracht. Er stellt, durch unmittelbar angebaute Druckknöpfe ein- und ausgeschaltet, einen vollkommenen Hauptschalter dar und findet außerdem ausgedehnte Anwendung als Schaltschütz für Einzelmotoren, also auch für Umschaltung, Stern-Dreieck-Schaltung, Polumschaltung usw.

Das neuzeitliche Gleichstromschütz ist trotz geringer Massen, infolge günstigster Materialausnutzung, scharfer Funkenlöschung, zweckmäßiger Form der Funkenkammern, Wegfall empfindlicher Lagerstellen usw. auch für schwerste Schaltbetriebe geeignet. Wenn es nicht als Einzelschütz, sondern im Rahmen einer Steuerung Verwendung findet, werden die wenigen Einzelteile dieser Schütze unmittelbar auf eine gemeinsame Isolierplatte aufgebracht[1].

Die Ausführung der Schützensteuerung mit Meisterwalze, bei welcher auf jeder einzelnen Stellung des Steuergerätes eine bestimmte Anzahl von Anlaßschützen angesprungen sind, wird nur dann verwendet, wenn aus Gründen der Regelung alle Stellungen zur Verfügung stehen müssen. Bei der Mehrzahl der heutigen Schützensteuerungen ist die Zahl der Steuerstellungen wesentlich kleiner als die der Anlaßschütze, da diese dann selbsttätig geschaltet werden, etwa durch Stromwächter oder bei Gleichstrom durch magnetische Zeitwächter (vgl. S. 994). Bei Gleichstrom wird außerdem noch das Verfahren der abgestuften Ansprechspannungen für die Anlaßschütze verwendet, wobei die Spulen der Anlaßschütze parallel zueinander an den Ankerklemmen angeschlossen sind. Die Ansprechspannungen der Schütze sind hierbei derart abgestuft, daß die Schütze in der erforderlichen Reihenfolge bei Ansteigen der Gegen-EMK des Ankers durch wachsende Drehzahl ansprechen. Voraussetzung ist bei diesem Verfahren, daß das Gegendrehmoment auch in normalen Betriebsfällen nicht so groß werden kann, daß das Motoreinschaltmoment nicht zum Anlaufen ausreicht.

Abb. 1. Schaltwalze für Fernsteuerung, angetrieben durch Elektroantrieb mit Drehmomentkupplung (Maßstab etwa 1 : 10).

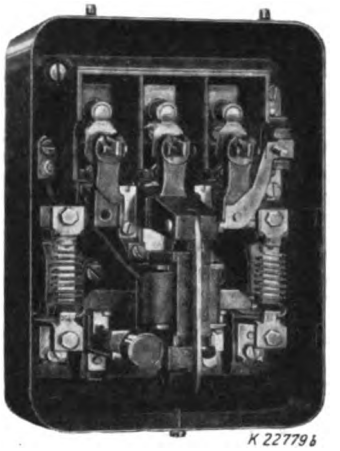


Abb. 2. Dreipoliges Schütz für 15 A mit zweiphasiger thermischer Auslösung (Maßstab etwa 1 : 5).

Die Einführung der Käfigläufermotoren verschiedenster Konstruktion für den größten Teil der Drehstromantriebe kleiner und mittlerer Leistung, bei welchen keine feinstufige Regelung erforderlich ist, führte zu einer wesentlichen Vereinfachung der Anlaß- und zum Teil auch der Regelgeräte (dieses bei grobstufiger Regelung; polumschaltbare Motoren). Durch den Wegfall der eigentlichen Anlaßgeräte aus den Steuerungen wurde die Durchführung der Automatisierung erleichtert sowohl hinsichtlich Einfachheit und Betriebsicherheit der Antriebe als auch hinsichtlich ihres Raumbedarfes. Bei der Projektierung derartiger Steuerungen darf allerdings nicht vergessen werden, daß, rein elektrisch gesehen, der Anlaßvorgang bei Käfigläufern nicht beseitigt, sondern durch Ausnutzung der Stromverdrängungserscheinung in den Motor selbst verlegt ist. Die Gesichtspunkte, die bei Drehstrom-Schleifringläufermotoren und Gleichstrommotoren für Art und Bemessung der Anlaßgeräte maßgebend sind, nämlich Höhe und Verlauf des Anlaßmomentes (Schwere des Anlaufes) und des zulässigen Anlaufstromes, Größe der zu beschleunigenden Massen, Anlaufzeit, Anlaßhäufigkeit usw., besitzen im Falle des Käfigläufermotors sogar erhöhte Bedeutung. Sie bestimmen seine Kennlinie und seine Größe.

Bei Verwendung von Käfigläufermotoren ist in manchen Fällen eine Anpassung der Anlaufcharakteristik an einen bestimmten Anlaufvorgang durch Einbau von zusätzlicher Schwungmasse möglich. Als Beispiel sei der Antrieb eines Förderbandes aus Gummi erwähnt. Das Anlaufmoment des Motors darf mit Rücksicht auf Anfahrt mit beladenem Band oder bei sehr niedriger

[1] S. Aufsatz Pollok, S. 997 dieses Heftes.

Digitized by Google

Temperatur u. dgl. einen bestimmten Wert nicht unterschreiten. Bei Anlauf des leeren Bandes besteht dann der Nachteil, daß der Antriebsmotor sehr rasch hochläuft und daß der größte Teil seines Momentes sich in einer Dehnung des Förderbandes auswirkt, die bei häufiger Wiederholung eine Beeinträchtigung von dessen Lebensdauer bedeutet. Eine größere Schwungmasse auf der Motorwelle verlangsamt den Anlauf und vermindert die Zerrung des Bandes, ohne den Wirkungsgrad des Antriebes beim Lauf schädlich zu beeinflussen. Aus ähnlichen Gründen verwendet man im Aufzugbau mit Erfolg zusätzliche Schwungmassen, um Motorkennlinie und Arbeitsweise des Aufzuges miteinander in Einklang zu bringen.

Für grobstufige Regelung von Drehstrommotoren wird häufig von der Polumschaltung Gebrauch gemacht, entweder mit zwei getrennten Wicklungen verschiedener Polzahl oder mit einer Wicklung, die für zwei Polzahlen im Verhältnis 1 : 2 umschaltbar ist (Dahlander-Schaltung). Bei dieser Schaltung ist, sofern sie selbsttätig mit Schützen ausgeführt werden muß, ein sehr rasches Umschalten von der einen auf die andere Polzahl nötig. Die Verwendung von Schützen ermöglicht Schaltungen, welche diese Aufgabe mit einfachen Mitteln so lösen, daß der theoretisch erreichbare Mindestwert der stromlosen Pause erreicht wird.

Bei der Entwicklung zur selbsttätigen Steuerung kam den Betätigungsschaltern aller Art eine große Bedeutung zu. Eine besondere Rolle spielen hier

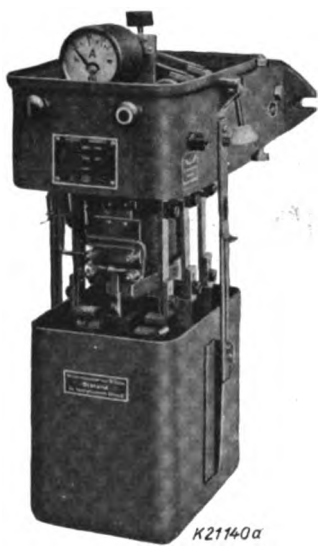


Abb. 3. Dreipoliges Ölschütz für 60 A mit zweiphasiger thermischer und dreiphasiger magnetischer Überstromauslösung (Deckel abgenommen, Ölkasten gesenkt).

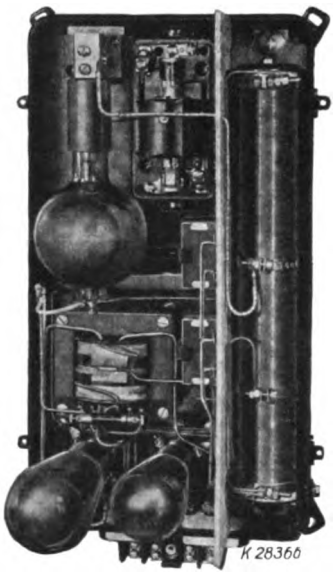


Abb. 4. Lichtelektrisches Relais.

neuerdings photoelektrische Relais, die zur Einleitung von Anlaß- oder Regelvorgängen Verwendung finden können. Abb. 4 zeigt ein derartiges Relais; es besteht aus einer photoelektrischen Zelle, die mit einer Verstärkereinrichtung zusammengebaut ist. Beim Unterbrechen oder Auftreffen des Lichtstrahles wird die im Stromkreis der Photozelle auftretende Stromänderung zum Einschalten eines Relais benutzt, dessen Kontakte die Aufgabe des Betätigungschalters übernehmen. Eine interessante Anwendung dieser Einrichtung dient z. B. dazu, Fahrtreppen auf Bahnhöfen nur dann einzuschalten, wenn sie benutzt werden sollen, während sie in den Verkehrspausen stillstehen. Hierbei werden Lichtquelle und lichtelektrisches Relais so angeordnet, daß eine Lichtschranke in ungefähr 1,5 m Abstand von dem unteren Ende der Fahrtreppe und in rd. 0,90 m Höhe liegt. Beim Durchschreiten dieser Schranke durch einen Fahrgast findet die Einschaltung des Relais und somit des Antriebsmotors der Fahrtreppe statt. Der Vorteil dieser Einrichtung gegenüber der Anordnung mechanischer Kontaktvorrichtungen beruht, abgesehen davon, daß der Lichtstrahl durch Filterung mittels einer roten Scheibe praktisch unsichtbar gemacht werden kann, darin, daß die Abnutzung aller Schalterteile auch bei den höchsten Schaltzahlen äußerst gering ist. Es ist anzunehmen, daß diese Einrichtung für ähnliche Zwecke in das Gebiet der elektromotorischen Antriebe auch noch weiterhin Eingang finden wird.

Ein Steuerungselement, das für eine große Zahl von Anwendungsgebieten vorteilhafte Möglichkeiten bietet, ist ein elektrohydraulisches Gerät, Abb. 5. Die Arbeitsweise des Gerätes entspricht äußerlich der des Magnetbremslüfters oder Motorbremslüfters; sie kommt auf folgende Weise zustande: In dem mit Öl gefüllten stehenden Gußeisenzylinder wird ein Kolben leicht verschiebbar geführt. In diesen Kolben ist ein Flügelrad eingebaut, das bei rascher Drehung das Öl von der Oberseite des Kolbens nach der Unterseite fördert. Es wird angetrieben durch den Hilfsmotor, der auf der Oberseite des Zylinderdeckels sitzt und mit dem Flügelrad durch eine Welle mit sternförmigem Querschnitt in Verbindung steht derart, daß der Kolben samt Flügelrad sich auf der

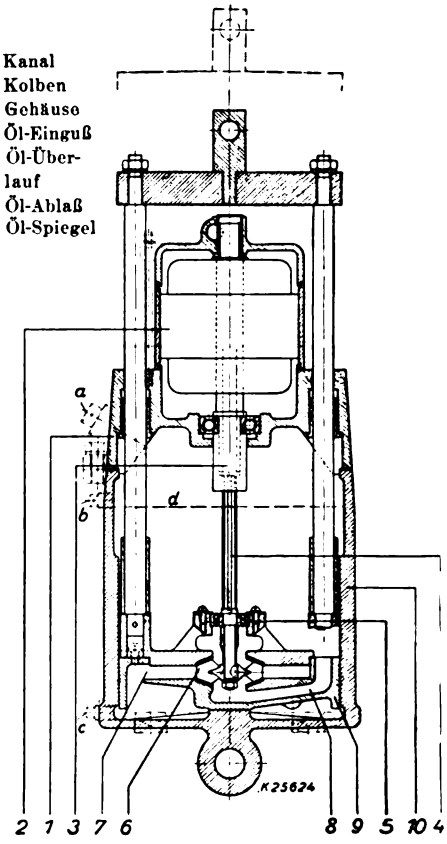


Abb. 5. Elektrohydraulisches Gerät.

Welle verschieben kann. Beim Einschalten des Motors entsteht durch die Pumpwirkung ein Überdruck auf der Unterseite des Kolbens, so daß dieser und die mit ihm durch zwei Stahlbolzen verbundene äußere Traverse mit einer der Größe des Druckes und der Kolbenfläche entsprechenden Kraft nach oben bewegt werden. Wird der Motor abgeschaltet, so sinkt der Kolben infolge der Gegenkraft, die er beim Anheben zu überwinden hatte, nach unten. Hub und Abfall gehen rasch, aber ohne Stoß vor sich; sie können, falls erforderlich, auch verzögert werden, so daß der Arbeitsvorgang sich über mehrere Sekunden erstreckt. Das Gerät kann in vielen Fällen an Stelle der Drehstrom- oder Gleichstrom-Magnetbremslüfter oder Motorbremslüfter treten und vermeidet deren Nachteile[2]. Außerdem ergibt sich eine Fülle weiterer Anwendungsmöglichkeiten in der Betätigung von Kupplungen, Schiebern, Riegeln, Klappen, Türen usw., insbesondere auch auf dem Gebiet der Werkzeugmaschinen.

Selbstverständlich haben trotz der zunehmenden Einführung der selbsttätigen Steuerung elektrischer Antriebe auch die Steuergeräte für Handbetätigung ihre große Bedeutung behalten, wenn hier auch grundlegende Neuerungen nicht zu verzeichnen sind.

Sehr gefördert wurden die Kenntnis und die Verwertung von neuen gepreßten Isolierstoffen, die neuerdings auch schon in großem Ausmaß für die Kapselung von Schaltgeräten verwendet werden.

[2] S. Aufsatz Schiebeler, S. 992 dieses Heftes.

Digitized by Google

In der Reihe der Steuerwalzen für das Anlassen und Regeln von Motoren, insbesondere im Umkehrbetrieb, liegen die Steuerschalter hinsichtlich der Schaltleistung zwischen den Schaltwalzen, die mit Kontakthämmern auf bewegten Segmenten arbeiten, und den Schützensteuerungen für große Leistungen. Bekanntlich bestehen die Steuerschalter aus einer Aneinanderreihung von nockenbetätigten Abwälzkontakten. Da hier von dem Mittel der Blasung des Lichtbogens durch das magnetische Feld in sehr ausgeprägter Form Gebrauch gemacht werden kann, ist es möglich, auch große Leistungen bis etwa zu 200 kW mit Steuerschaltern zu bewältigen. Wenn früher eine Begrenzung für die Schaltleistung nach oben durch das für die Bedienung an dem Handrad des Steuerschalters erforderliche Drehmoment gegeben war, so ist diese Grenze neuerdings durch ausschließliche Anwendung von Kugellagerung an allen bewegten Teilen sowie zweckmäßige Anordnung der Federn, welche die Einschaltung der Einzelschalter bewirken, praktisch in Wegfall gekommen. Selbst bis zu den angegebenen Leistungen können derartige Steuerschalter heute auch bei starker Beanspruchung ohne Ermüdung des Führers bedient werden.

Auf die Leonard-Schaltung und ihre Anwendungsmöglichkeit für restlos alle Aufgaben der Steuerungstechnik kann innerhalb dieser Übersicht nur kurz hingewiesen werden. Sie ist auch neuerdings weiter vervollkommnet worden[3] und gestattet nicht nur die steuerungstechnische Bewältigung größter Leistungen, sondern wird auch bei mittleren und kleinen Leistungen überall dort ausgeführt, wo die Aufgaben, die ein Antrieb in irgendeiner Hinsicht stellt, mit den Mitteln des Drehstrommotors oder des netzgespeisten Gleichstrom-Regelungsmotors nicht gelöst werden können. Es ist möglich, daß die weitere Entwicklung der gittergesteuerten Stromrichter und deren Einführung in die Technik der elektromotorischen Antriebe in absehbarer Zeit an dem Gesamtbild wesentliche Änderungen bewirkt.

[3] S. Aufsatz Schlebeler, S. 992 dieses Heftes.

Gittergesteuerte Gleichrichter bei elektrischen Antrieben.

Der Sieg des Drehstromes über den Gleichstrom hat seinerzeit zu Schwierigkeiten auf dem Gebiet des elektrischen Antriebes geführt, die erst allmählich durch Neukonstruktionen[1] besonders von Regelsätzen überwunden wurden. Konnte hier schon in neuerer Zeit der Gleichrichter in gewissen Fällen helfend eingreifen, so gab uns die Entwicklung der gittergesteuerten Stromrichter ein Gerät mit Eigenschaften, die dem elektrischen Maschinenantrieb besonders angepaßt zu sein scheinen. Mittels gesteuerter Stromrichter kann man bekanntlich[2] Motoren mit

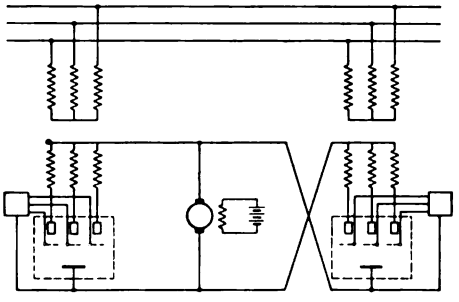


Abb. 1. Kreuzschaltung für Umkehrantriebe.

Abb. 2. Kaltwalzenstraße.

einer von 0 bis 100 % regelbaren Spannung speisen und derart mit geringen Mitteln alle Regelungsbedingungen erfüllen, zumal durch geeignete Schaltungen auch Umkehrbetrieb und Stromrückgewinn einfach zu erzielen sind.

Soll, wie beispielsweise bei einem Umkehrantrieb, insbesondere mit Nutzbremsung in beiden Richtungen (Förderantrieb), die Maschine bei Vorwärtslauf auch als Generator, bei Rückwärtslauf auch als Motor benutzt werden, so muß sie mit veränderlicher Polarität durch einen Umschalter an den Gleichrichter angeschlossen werden können. Wird für gleiche Drehrichtung ein steti-

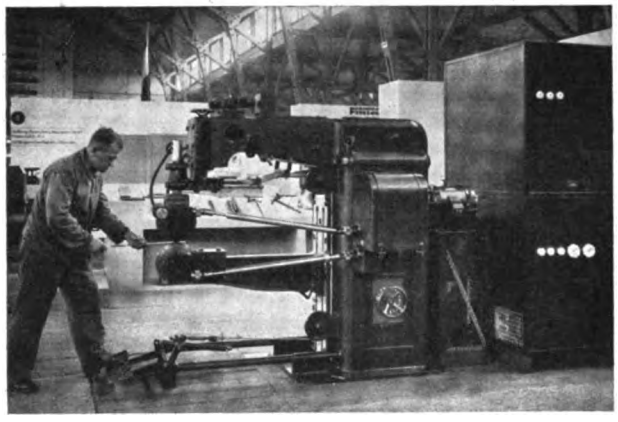


Abb. 3. Hochleistungs-Nahtschweißmaschine.

ger Übergang von Motorbetrieb nach Generatorbetrieb und umgekehrt, oder für Motorbetrieb bzw. Generatorbetrieb eine kontinuierliche Änderung mit Umkehr der Drehzahl verlangt, so leistet dies die Schaltung nach Abb. 1, bei welcher die Maschine an zwei Gleichrichter aber mit entgegengesetzter Polarität angeschlossen ist (Kreuzschaltung[3]). Der Gleichrichter links arbeitet dann bei Vorwärtslauf und Motorbetrieb als Gleichrichter, bei Rückwärtslauf und Generatorbetrieb als Wechselrichter. Der Gleichrichter rechts dagegen arbeitet bei Vorwärtslauf und Generatorbetrieb als Wechselrichter, bei Rückwärtslauf und Motorbetrieb als Gleichrichter. Der bei der jeweiligen Betriebsart unbeteiligte Gleichrichter wird durch entsprechende Steuerung der Gitter gesperrt. Sowohl der Übergang von motorischem zu generatorischem Betrieb bei festgehaltener Drehzahl als auch die Änderung und Umkehr der Drehzahl bei festgehaltenem Gleichstrom können durch Beeinflussung der Steuerspannungen beider Gleichrichter mit ein und derselben Einhebelsteuerung geschehen. Die Anordnung ist offenbar geeignet, an Stelle des Asynchronmotors mit Schlupfregelung nach Scherbius oder an Stelle des Leonard-Antriebes zu treten, und kann gegenüber diesen älteren Lösungen des Regelproblems großer Motoren die Vorteile geringerer Anschaffungskosten und geringerer Umformerverluste aufweisen.

[1] Vgl. a. S. 982 dieses Heftes.

[2] Über den gesteuerten Stromrichter und auch über seine Verwendung für Antriebe berichtete die ETZ ausführlich in H. 32, 1932 (Vortrag Schenkel und Aussprache).

[3] USA-Patent 1 222 440.

Digitized by Google

Naturgemäß befindet sich die Verwendung des Stromrichters für Antriebe noch im Anfang ihrer Entwicklung. Über sein Eindringen in den Bahnbetrieb ist hier schon geschrieben worden[4]. Von anderen elektrischen Antrieben mit Speisung durch Stromrichter sind erst wenige im praktischen Betrieb; nachstehend seien einige Beispiele aufgeführt.

Im Heizkraftwerk Berlin-Steglitz der BEWAG ist von der AEG der Antrieb für ein Kohlenförderband mit Quecksilberdampf-Glasgleichrichter und Gleichstrommotor eingerichtet worden. Der Gleichrichter steht im Maschinenhaus, die Bedienung erfolgt von einer im Kesselhaus angebrachten Schalttafel aus. Die Drehzahl ist in weiten Grenzen regelbar.

Ein Beispiel für größere Motorenleistung ist u. a. die Versuchsausführung eines Umkehrantriebes mit einem Gleichstrommotor von 750 PS bei 600 V (BBC, Mannheim).

Den Antrieb einer Kaltwalzenstraße mit Gleichstrommotor von 110/170 kW, ± 500 V, 245/390 A mit 2 Glasgleichrichtern haben die SSW geliefert. Abb. 2 zeigt die Walzenstraße. Die Drehzahl ist von 0 ··· 1000 U/min im Vorwärts- und Rückwärtslauf regelbar. Von der gleichen Firma ist eine Großbäckerei mit mehreren Gleichstrom-Nebenschlußmotoren für einen Durchgangsbackofen ausgerüstet worden. Sämtliche Motoren können in der Drehzahl im Verhältnis 1 : 6 gemeinsam und kontinuierlich geregelt werden. Dies geschieht durch Änderung der Läuferspannung mit Hilfe eines gittergesteuerten Glasgleichrichters. Außerdem ist jeder Motor in der Drehzahl um ± 20 % durch Änderung der Felderregung einzeln regelbar.

Abb. 3 zeigt schließlich eine Hochleistungs-Nahtschweißmaschine (SSW), bei welcher sowohl der Arbeitsstrom des für den Vorschub dienenden Gleichstrom-Nebenschlußmotors als auch der Schweißstrom durch Gleichrichter mit Gitter gesteuert werden.

Außer den beschriebenen Antrieben, bei welchen ein Gleichstrommotor mit Kommutator aus einem Wechselstromnetz über einen oder mehrere gittergesteuerte Gleichrichter gespeist wird, wobei die Drehzahl vermöge der Steuergitter in weiten Grenzen regelbar ist, sind Vorschläge bekannt geworden, bei denen der oder die gittergesteuerten Gleichrichter mit einem kommutatorlosen Motor zusammenarbeiten[5]. Diese Vorschläge haben aber noch keine Anwendung in praktischen Anlagen gefunden und befinden sich z. Z. noch in der Entwicklung.

[4] ETZ 1932, S. 766, 771, 777, 778 u. 844.

[5] Stöhr, ETZ 1932, S. 761. Kern, Elektr. Bahnen Bd. 7, S. 313 (1931).

Mehrmotoren-Gleichlauf-Betriebe.

Von Dr.-Ing. Wilh. Stiel und Dipl.-Ing. Ferd. Müller, Berlin.

Beim elektromotorischen Antrieb von Arbeitsmaschinen aller Art setzt sich immer mehr das Bestreben durch, die einzelnen Arbeitswellen unter Ausschaltung aller vermeidbaren mechanischen Verbindungsglieder direkt mit Einzelmotoren anzutreiben. Dadurch ergeben sich bei den Arbeitsmaschinen Mehrmotorenausrüstungen, deren Teilglieder gemeinsam derart betrieben werden müssen, daß zwischen diesen Einzelgliedern je nach der Besonderheit der Arbeitsmaschine, des Arbeitsverfahrens oder des Arbeitsgutes ein mehr oder minder genauer relativer Gleichlauf besteht.

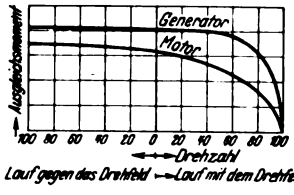


Abb. 1. Abhängigkeit des übertragbaren Gleichlaufmoments von der Drehzahl und dem Drehfeldrichtungsinn bei läuferverbundenen Asynchron-Ausgleichmaschinen.

Es gibt Mehrmotorenantriebe, bei denen ein Gleichlauf zwar nicht unbedingt notwendig, aber aus technologischen Gründen erwünscht ist. Hierhin gehören beispielsweise Spinnmaschinen mit Spindeleinzelantrieben. Hier spinnt zwar jede einzelne Elektrospindel ihren Faden für sich unabhängig von allen anderen Spindeln (technologische Parallelschaltung), so daß ein Gleichlauf der Spindeln an sich nicht notwendig ist, weil kein Zusammenhang zwischen den einzelnen gesponnenen Fäden besteht; gleichwohl ist aber eine möglichst genaue Übereinstimmung der Drehzahl aller Spindeln erwünscht, damit die einzelnen Fäden genau gleiche Drehung je Längeneinheit und damit genau gleiche Festigkeitseigenschaften erhalten.

In anderen Fällen finden wir die unbedingte Notwendigkeit des Gleichlaufs, z. B. bedingt durch schrittweise aufeinanderfolgende Bearbeitungstufen des gleichen Arbeitsgutes, wobei dieses in ununterbrochenem Flusse die verschiedenen je mit einem Gleichlaufantriebsmotor versehenen Arbeitsvorrichtungen durchläuft (technologische Reihenschaltung), z. B. bei Kohlenaufbereitungsanlagen, Papiermaschinen u. a. Hierbei genügt in den einfacheren Fällen, z. B. beim Transport von Schüttgut (Aufbereitungsanlagen), angenäherter Gleichlauf, während bei empfindlichem Arbeitsgut ein absolut genauer Gleichlauf (Synchronlauf) erforderlich sein kann. Zu dieser letzteren Klasse gehören beispielsweise Rotations-Druckmaschinen mit Elektroeinzelantrieb jedes einzelnen Druckwerkes und gewisse Arten von Papiermaschinen und kontinuierlichen Walzenstraßen.

Bei allen diesen Mehrmotorenantrieben sind noch die besonderen Betriebsbedingungen, z. B. des Anlaufs und Auslaufs, der Bremsung, der Geschwindigkeitsregelung, der gegenseitigen Einstellbarkeit der Gleichlauf-Geschwindigkeiten u. a. m. zu beachten. Die Antriebe müssen also z. B. verschieden ausgelegt werden je nachdem, ob die Maschine als Ganzes vom Stillstand aus synchron hochgefahren werden muß, oder ob es zulässig ist, die einzelnen Teile für sich anzulassen und erst nach erfolgtem Anlauf zu synchronisieren. Wesentlich schwieriger wird die Aufgabe, wenn Forderungen nach Geschwindigkeitsregelung hinzukommen, da es möglich ist, Antriebe mit nur einer Arbeitsgeschwindigkeit mit einfachen Asynchronmotoren, gegebenenfalls in Verbindung mit besonderen Gleichlauf-Sicherungsvorkehrungen zu beherrschen, während in weiten Grenzen regelbare Mehrmotorenantriebe die Verwendung von Drehstrom-Kommutatormotoren oder Gleichstrommotoren mit Spannungsregelung in Leonard-Schaltung erfordern, beides je nach Umständen ohne oder mit besonderer Gleichlauf-Sicherungseinrichtung.

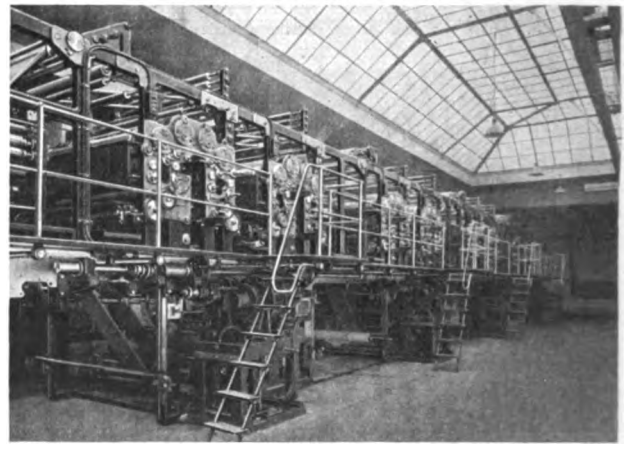


Abb. 2. Schnelläufer-Rotationsmaschine für Zeitungsdruck mit Gleichstrom-5-Motoren-Antrieb. Gesamtleistung 150 kW; Arbeitsregelbereich 1 : 4. Gleichlaufsicherung durch Hilfswelle.

Die Sicherung des Gleichlaufs der verschiedenen Teilantriebe kann in manchen Fällen dadurch geschehen, daß ein unmittelbarer Ausgleich der auftretenden Drehmomentunterschiede erfolgt (Kraftausgleich). Dies ist indes in einfacher Form nur da möglich, wo das Geschwindigkeitsverhältnis der Teilantriebe untereinander nicht geändert werden muß. In diesem Falle kann der Ausgleich mechanisch durch Kraftausgleichwellen, welche die einzelnen Teilantriebe verbinden, oder elektrisch durch Ausführung der Motoren als Synchronmotoren oder in

Digitized by Google

gleichwertigen Ausführungsformen (Gleichstrommotoren mit Schleifringen, läuferverbundene Asynchronmotoren, asynchrone Stabilisierungsmaschinen [Abb. 1] u. dgl.) erfolgen: „elektrische Welle". Wird nicht ein dauernd gleiches Geschwindigkeitsverhältnis, sondern eine Einstellbarkeit des Geschwindigkeitsverhältnisses zwischen den einzelnen Teilantrieben gefordert (z. B. um Dehnungen und Schrumpfungen des Arbeitsgutes, wie bei Papiermaschinen, oder Kaliberänderungen bei kontinuierlichen

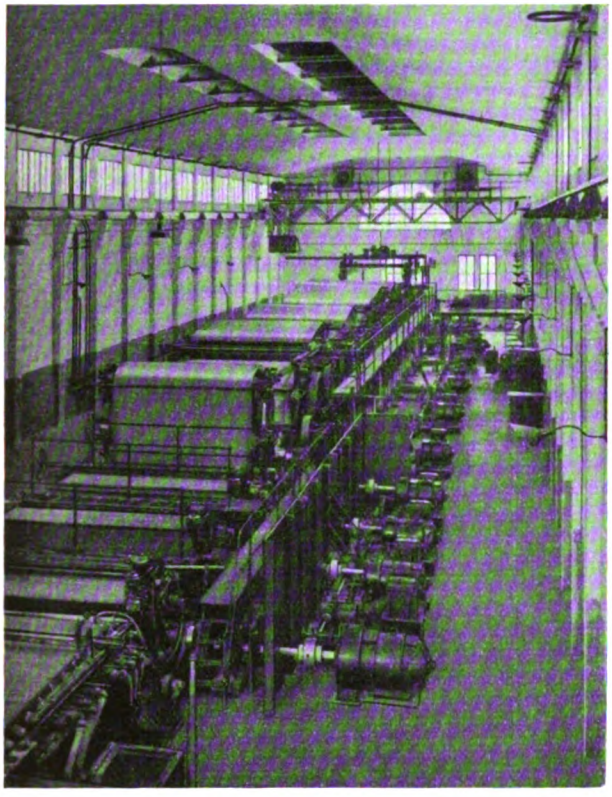


Abb. 3. Zeitungsdruck-Papiermaschine mit Mehrmotorenantrieb in Leonard-Schaltung. Gesamtleistung 250 kW, 11 Teilmotoren, Papiergeschwindigkeit 50 ··· 250 m/min. Gleichlaufsicherung durch Differentialgetriebe und Leitwelle.

Walzenstraßen folgen zu können), so müssen bei Anwendung des unmittelbaren Kraftausgleichsystems regelbare Zwischenglieder eingeschaltet werden, und zwar entweder mechanische in Gestalt von Regeltrieben (Kegelscheiben) oder elektrische in Gestalt von regelbaren Frequenzumformern. Da beides unbequem und teuer ist, wird in diesem Falle jetzt fast durchweg das andere System, nämlich das der elektrischen Hilfsregelung angewandt. Dieses beruht darauf, daß die Geschwindigkeit oder die Synchronlage des zu regelnden Teilantriebes laufend mit einer Sollgröße (Leitgröße) verglichen und jede Abweichung durch Beeinflussung des Teilmotors sofort abgefangen wird. Der Vergleich wird dabei meist mit Hilfe von Differentialvorrichtungen vorgenommen (mechanische oder elektrische Differentialgetriebe, Differentialrelais usw.), deren Ausführungsform im einzelnen die mannigfaltigsten Kombinationen gestattet.

Stark beeinflußt wird die Ausführungsform der Gleichlaufantriebe durch die Arbeitsgeschwindigkeiten, mit welchen das Arbeitsgut den zusammenarbeitenden Maschinensatz durchfließt. Bei ganz langsamem Fluß ist die Gleichlaufbeherrschung einfach, insbesondere, wenn das Arbeitsgut nachgiebig und wenig empfindlich ist (z. B. Krempelantriebe, Speisegeschwindigkeit $v = 1$ cm/s). Hier braucht im Lauf meist keine besondere Vorkehrung getroffen zu werden, und das Hauptproblem bildet die Beherrschung des Gleichlaufs im Anlauf und Auslauf der Maschinensätze. Bei den Maschinensätzen der Textilveredelung, welche mit Arbeitsgutgeschwindigkeiten in der Größenordnung $v = 0{,}5 \cdots 1$ m/s arbeiten, bzw. kontinuierlichen Kaltwalzwerken, auf denen Bandeisen mit Arbeitsgeschwindigkeiten von $v \approx 0{,}5 \cdots 1{,}5$ m/s hergestellt wird, ist der Gleichlauf zwischen den einzelnen Arbeitsmaschinen dadurch beherrschbar, daß hier das Arbeitsgut in einer Schleife um eine je nach der Schleifenlänge auf- und absteigende Hilfswalze geführt wird, wobei diese Hilfswalze („Kompensatorwalze") bei ihrem Auf- und Abstieg die Geschwindigkeitsregelvorrichtung des betreffenden Teilmotors betätigt. Bei Papiermaschinen (Papierlaufgeschwindigkeit bis $v = 6$ m/s) genügen meist noch einfache Differentialsteuerungen, doch werden hier bei den höheren Geschwindigkeiten auch bereits zweckmäßig Rückführvorrichtungen angewendet. Die ganz hohen Arbeitsgeschwindigkeiten, wie sie z. B. bei Drahtwalzenstraßen vorliegen, $v = 20$ m/s, lassen sich ohne genau wirkende Rückführsteuerungen selbsttätig nicht beherrschen. Bei der Ausführung der Mehrmotorenantriebe ist schließlich auch noch zu beachten, ob und in welchem Maße das Arbeitsgut imstande ist, seinerseits Kräfte zu übertragen. Dies ist z. B. bei der Herstellung starker Papiere (Zeichenpapiere, Kartons) in den letzten Teilen der Papiermaschine der Fall und ebenso auch bei gewissen Metallwalzwerken. Man wird die Gleichlaufautomatik hier so einrichten müssen, daß sie den natürlichen Ausgleich durch den Materialzug nicht stört, und wird dabei oft auf eine besondere Regelvorrichtung für den Gleichlauf überhaupt verzichten können.

Nachstehend einige Hauptanwendungsfälle von Mehrmotorenantrieben, im wesentlichen geordnet nach der Schwierigkeit der Gleichlaufanforderungen:

1. Elektro-Spinnzentrifugen. $n = 6000$ bis 15 000 U/min. Je Spinnmaschine etwa 60 ··· 100 Einzelmotoren, Kurzschlußmotoren für Frequenz 100 ··· 250 Hz ohne besondere Gleichlaufregelung, technologische Parallelschaltung.

2. Elektro-Flügelspinnmaschinen. Vertikalmotoren mit Hohlwelle, durch welche der Spinnfaden durchläuft. $n = 2000 \cdots 6000$; je Spinnmaschine 40 ··· 200 Spinnflügelmotoren, regelbar durch Frequenzumformer, ohne besondere Gleichlaufregelung, technologische Parallelschaltung.

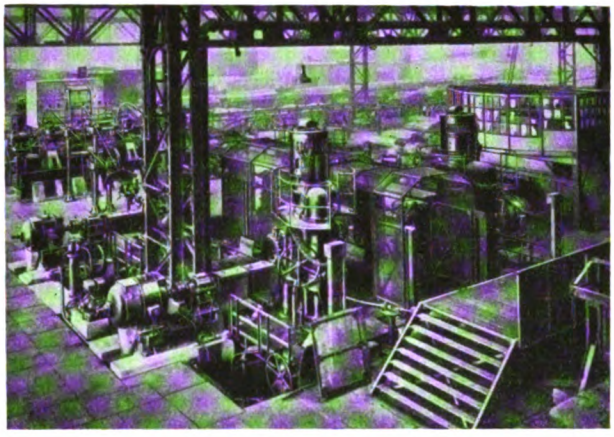


Abb. 4. Draht-Fertigstraße (DEMAG, Duisburg) mit Mehrmotorenantrieb. 8 Motoren, Gesamtleistung 1200 kW. Gleichlaufsicherung durch mechanische Differentiale.

3. Förderanlagen (Kohleaufbereitungsanlagen u. dgl.). Einzelantrieb der Förderglieder durch Drehstrom-Kurzschlußmotoren. Staffelung der Fördergeschwindigkeiten. Genauer Gleichlauf unnötig.

4. Krempelsätze. Anlauf, Lauf und Auslauf gesichert durch rotorseitig verbundene Asynchron-Schleifringmotoren.

5. Schleusentore, Wehre, Klappbrükken, Hubbrücken, Verladebrücken u. dgl. Gleichlaufsicherung durch mit den Motoren gekuppelte Drehstrom-Ausgleichmaschinen mit gegenläufiger Felderregung (Abb. 1).

6. Rotations-Druckmaschinen. Regelbare Mehrmotoren-Ausrüstungen mit Gleichstrommotoren, Asynchronmotoren oder Drehstrom-Kommutatormotoren. Gleichlaufsicherung durch Ausgleichwellen oder neuerdings durch Drehstrom-Asynchron-Ausgleichmaschinen mit gegenläufiger Felderregung (Abb. 2).

7. Textil-Veredelungsmaschinen. Gleichlauf-Fließbetrieb von Merzerisiermaschinen, Zeugdruckmaschinen, Bleichmaschinen, Strangwaschmaschinen, Oxydiermaschinen, Spann-, Rahmen- und Trockenmaschinen u. dgl. Mehrmotorenantriebe in Gleichstrom-Leonard-Schaltung oder mit Drehstrom-Nebenschlußmotoren mit Bürstenregelung. Gleichlaufeinstellung entweder von

Digitized by Google

Hand oder selbsttätig durch Kompensatorwalzen gesteuert.

8. Feineisenwalzwerke. Gleichlaufbetrieb der Rollgänge, Haspel und Scheren mit dem Walzwerk, teils ohne besondere Gleichlaufsicherung, teils mit Differentialrelaissteuerungen.

9. Papiermaschinen. Mehrmotorenantriebe (Abb. 3) für Druck- und Feinpapiermaschinen für weite Regelbereiche (1 : 15) in Leonard-Schaltung oder mit Drehstrom-Nebenschlußmotoren, neuerdings auch mit gittergesteuerten Gleichrichtern. Gleichlaufsicherung durch mechanische oder elektrische Differentialanordnungen. (Heute wirtschaftlich und technisch wichtigster Fall des Mehrmotoren-Gleichlaufbetriebes.)

10. Kontinuierliche Drahtwalzwerke (Abb. 4). Regelung und Steuerung wie bei Papiermaschinen, jedoch größte Genauigkeit des Gleichlaufes notwendig wegen hoher Arbeitsgeschwindigkeit (20 m/s).

11. Rollmaschinen und Kalander. Mehrmotorenantrieb mit Aufwickelmotor an der auflaufenden und Bremsgenerator an der ablaufenden Papierrolle. Drehzahlabgleichung von Hand.

12. Schiffschraubenantriebe[1]. Phasengleicher Gleichlaufbetrieb mehrerer Schraubenwellen, insbesondere Voith-Schneider-Propeller, mit Synchronmotoren.

[1] Vgl. a. Meyer, S. 1010 dieses Heftes.

Betriebe mit veränderlicher Geschwindigkeit.

Von Dipl.-Ing. B. Lang, Berlin.

Zweck der nachstehenden Abschnitte ist es, charakteristische Drehzahl-Regelbetriebe vom technologischen und betrieblichen Standpunkt aus zu betrachten und dabei vorzüglich verwendbare elektrische Regelausrüstungen als Antriebseinheiten zu erwähnen. Einzelfragen über Aufbau und Wirkungsweise der jeweiligen Motoren und Steuerungen sind in den vorangehenden Aufsätzen und die aussetzenden Regelbetriebe auf S. 992 behandelt.

Alle industriellen Betriebe, die mit verschiedenen Geschwindigkeiten arbeiten, können in 2 Gruppen eingeteilt werden.

1. Betriebe mit Drehzahlregelung zur Erreichung der Stabilität einer bestimmten technologischen und betrieblichen Arbeitsbedingung.

Bei diesen Anlagen erfolgt eine Drehzahlregelung während eines Arbeitsvorganges zur Erfüllung einer bestimmten Betriebsbedingung, die von Zustandsänderungen vor- oder nachgeschalteter Funktionen beeinflußt werden kann. Es ist selbstverständlich, daß hierbei nicht nur die anpassungsfähigsten Regelantriebe, sondern auch die am besten durchgebildeten Steuer- und Sicherheitseinrichtungen verwendet werden und vielfach vollständig bedienungsloser Regelbetrieb der gegebene ist.

Es seien zunächst einige Betriebe behandelt, bei denen eine Regelung der Arbeitsgeschwindigkeit zur Konstanthaltung von Liefermenge und Betriebsdruck erfolgt. Die Regelung einer einzelnen Kreiselpumpe wird unvermeidbar, wenn sich die Förderhöhe in weiten Grenzen ändert und dabei die geförderte Menge konstant gehalten oder in weiten Grenzen geändert werden soll. Das erstere ist z. B. in Sonderfällen bei Schöpfwerksanlagen der Fall, das zweite bei Fernversorgung großer Stadtnetze, besonders wenn sie ohne Speicherbehälter arbeiten. Für die größeren Leistungen und Regelbereiche werden zweckmäßig in Wasserwerken Regelkaskaden verwendet, mit welchen gleichzeitig eine cos φ-Regelung erreicht wird. Bei allen Drehstrom-Regelsätzen wird mit Hilfe einer Wechselstrom-Kommutatormaschine (Kommutator-Hintermotor, Frequenz-, Einankerumformer) den Schleifringen des Hauptmotors eine Spannung aufgedrückt, durch welche seine Drehzahl und die Kompensation bestimmt sind. Durch Regeln dieser Spannung wird die Drehzahl des Hauptmotors verlustlos geändert; die Läuferschlupfenergie wird mechanisch oder elektrisch zurückgewonnen. Die Regelkaskade mit Kommutator-Hintermotor wird mit Rücksicht auf Einfachheit der Anlage und der Bedienung bei Wasserwerken bevorzugt, zumal zweckmäßig nur untersynchron geregelt wird, um den Pumpensatz auch ohne Hintermaschine voll ausnutzen zu können.

Für kleinere Leistungen wird wie bei vielen ähnlichen Regelbetrieben die Drehstrom-Widerstandsregelung zu erwägen sein, besonders wenn die Arbeitsgeschwindigkeit im Jahresdurchschnitt nicht unter etwa 80 ··· 90 % der Höchstgeschwindigkeit liegt bzw. die Regelung bei mit der Drehzahl veränderlichem Moment erfolgt. Bei Kesselspeisepumpen muß in Abhängigkeit vom Kesseldruck die Zuflußwassermenge selbsttätig geregelt werden; wird hierfür trotz des nur verhältnismäßig geringen Regelbereiches Widerstands- oder Kaskadenregelung angewendet, so steht dabei die Sicherheit des Gesamtbetriebes im Vordergrund.

Betriebe mit gasbewegenden Arbeitsmaschinen stellen der Mengen- und Druckregelung interessante Aufgaben. Gassauger und Gasgebläse arbeiten im Produktionsgang von Stations- und Ferngasversorgungsanlagen dann vorbildlich, wenn sie entsprechend der Verkokung jeweils so viel Gas absaugen und dem Gasbehälter über Wascher, Reiniger und andere Apparate zuführen, daß der Druck in den Kammern und Retorten auf ± 0 konstant bleibt. Dadurch wird sowohl einem Ausströmen von Gas an undichten Stellen bei Überdruck als auch einer Verschlechterung der Qualität durch Eintreten von Luft bei Unterdruck vorgebeugt.

Bei solchen und ähnlichen Betrieben werden ein verhältnismäßig großer Regelbereich 1 : 3 und mehr und bedienungsloser Regelbetrieb verlangt. Der Gleichstromantrieb wäre hier der gegebene, da er naturgemäß die schwierigsten regeltechnischen Aufgaben in einfachster Weise verlustfrei erfüllt; da nun — und dies wird bei allen hier behandelten elektrischen Regelfragen vorausgesetzt — mit dem Vorhandensein von größeren Gleichstrom-Kraftnetzen nicht gerechnet werden kann, wird bei mittleren und kleineren Leistungen und solchen Betrieben vorzüglich der Drehstrom-Nebenschluß-Kommutatormotor verwendet. Besonders vorteilhaft ist bei diesem Drehstrom-Regelmotor die Nebenschlußkennlinie, ferner daß für die stufenlose praktisch verlustfreie Regelung keinerlei Anlaß- und Regelwiderstände nötig sind und daß eine vollselbsttätige Fernregelung in einfacher Weise gelöst werden kann.

Bei einer anderen Reihe von Betrieben zeigt sich besonders die wirtschaftliche Forderung nach Regelung in der Einhaltung eines bestimmten und jeweils vorgeschriebenen Arbeitsspieles. Das bekannteste Beispiel ist hier der exakte Betrieb einer Hauptschacht-Fördermaschine. Das Einhalten praktisch des gleichen Geschwindigkeits-Diagrammes beim Lastheben und auch beim Lasteinhängen sowie die den ganzen Untertagebetrieb wirtschaftlich tragende Betriebsicherheit der Fördermaschine stellen an die gesamte elektrische Ausrüstung und an die Regelung des Antriebes besondere Anforderungen. Die Verwendung des Gleichstrom-Nebenschlußmotors mit der Fähigkeit, praktisch jede eingestellte Geschwindigkeit unabhängig von der Belastung zu halten, erscheint für größere Leistungen, also insbesondere für Hauptschacht-Förderanlagen ohne weiteres geboten. Besondere Vorzüge der in Leonard-Schaltung betriebenen Fördermaschine sind die einfache und sichere Steuerfähigkeit, da durch die Steuerhebelauslage die Fördergeschwindigkeit eindeutig bestimmt ist, gleichgültig ob Lasten gehoben oder gesenkt werden und wie groß diese sind.

Zum Gießen von Röhren u. dgl. können heute elektrisch betriebene Gußschleudermaschinen verwendet werden, die während des Gießvorganges je nach der Zusammensetzung des Gußmaterials, der vorgeschriebenen Wandstärke und dem zu gießenden Rohrdurchmesser nach einem bestimmten Arbeitsdiagramm betrieben werden, welches die technologisch günstigsten Geschwindigkeiten für die Einlaufzeit des Materials, das Schleudern und Absetzen vorschreibt. Die Maschinenleistungen solcher Anlagen sind z. Z. etwa 10 ··· 30 kW, Regelbereich rd. 1 : 3.

Große Stahlwerks-Turbogebläse werden zwar noch vorwiegend von Dampfturbinen angetrieben, doch können heute auch Drehstrom-Asynchronmotoren mit Schlupfregelung durch einen geeigneten Regelsatz den hohen Anforderungen solcher Betriebe hinsichtlich Regelmöglichkeit des periodisch schwankenden Luftbedarfs wirtschaftlich gerecht werden.

Periodische Geschwindigkeitsänderungen müssen ferner bei all den Betrieben eingehalten werden, bei denen Arbeitsmaschinen und Arbeitsgut

Digitized by Google

während des Arbeitsvorganges verschiedene Bewegungsrichtung zueinander haben. Bei einem Bunker-Entleerungswagen z. B., der über dem Förderband langsam hin und her fährt und mittels rotierender Schaufeln das Band beschickt, muß die Schaufelgeschwindigkeit bei Fahrt des Wagens in Richtung der Bandbewegung kleiner sein als bei entgegengesetzter Bewegungsrichtung von Wagen und Band, da sonst eine unregelmäßige und unzulässige Materialbelastung des Bandes eintreten würde.

Solche Geschwindigkeitsumstellungen während eines laufenden Arbeitsvorganges werden wegabhängig und selbsttätig geschaltet; sie können von zwei getrennten Antrieben (2 Asynchron-Kurzschlußankermotoren) oder einem polumschaltbaren Asynchronmotor oder von einem einzigen Gleichstrom-Wende-Regelmotor ausgeführt werden, mit welchem sich gleichzeitig noch weitere Regelforderungen am besten erfüllen lassen, wie sie besonders bei großen Werkzeugmaschinen auftreten.

Bei allen Werkzeugmaschinen, die Geschwindigkeitsregelung erfordern, kommen die mannigfachen Vorzüge des Gleichstrom-Nebenschlußmotors als Regelmotor ganz besonders zur Geltung: belastungsunabhängige Drehzahl, großer stufenloser Regelbereich, Regelung bei gleichbleibender Leistung, einfache Regelsteuerung, einfache und zuverlässige Ankerstrombremsung, stoßfreie, genaue Umsteuerung. Es kommt deshalb für die Durchführung der Regelforderung vieler Werkzeugmaschinen kein anderer als der Gleichstromantrieb in Netz- oder Leonard-Schaltung in Frage.

Wie mannigfach rein technologische Bedingungen eine Regelung der Arbeitsgeschwindigkeit zur Stabilisierung der Wirtschaftlichkeit eines Betriebes fordern können, sei noch an einigen kennzeichnenden Beispielen gezeigt. Gleichmäßig geheizte Teller- oder Röhrentrockner zum Trocknen von Braunkohle, Erzen u. dgl. müssen je nach dem Feuchtigkeitsgehalt des Materials sich schneller oder langsamer drehen, damit das Trockengut erst bei einem vorgeschriebenen Trockenheitsgrad abgegeben wird. Regelbereich solcher Maschinensätze erfahrungsgemäß 1 : 2; Gleichstrom-Nebenschluß- oder Drehstrom-Nebenschluß-Kommutatormotoren werden für die hier in Frage kommenden mittleren und kleineren Leistungen bevorzugt verwendet, da belastungsunabhängige Drehzahleinstellung erforderlich ist.

Selbsttätige Regelung zur Einhaltung einer bestimmten Arbeitsbedingung während eines Arbeitsvorganges — z. B. konstante Schnittgeschwindigkeit, selbsttätige Vorschubregelung, konstante Motorleistung bei Fräsmaschinen u. dgl. — wird von den Antrieben zahlreicher Werkzeugmaschinen, wie Plandrehbänken, Kurbelwellen-Drehbänken, Abstechmaschinen und ähnlichen verlangt. Solche Aufgaben können meist nur mit Gleichstrom-Regelmotoren gelöst werden. Bei einfacheren Bedingungen ist neuerdings auch die Verwendung des Drehstrom-Nebenschluß-Kommutatormotors zu erwägen, wenn die Stromumformung bei vorhandenem Drehstromnetz gespart werden soll.

Hinsichtlich ihrer Antriebs- und Regelverhältnisse nimmt die Papiermaschine in der Technik eine einzigartige Sonderstellung ein. Die präzise Beherrschung der vielseitig technologisch zusammengeschalteten Arbeitsfunktionen zu einem einzigen Arbeitsvorgang war dabei die schwierige Aufgabe, die im Ein- und besonders im Mehrmotorenantrieb gelöst werden mußte[1]. Der Drehzahlregelung des veränderlichen Teiles einer Papiermaschine liegen während eines Arbeitsvorganges im wesentlichen zwei Aufgaben zugrunde: Von jedem Papier wird gleichmäßige Stärke verlangt; bei gleichbleibendem Stoffzufluß und z. B. sich ändernder Siebgeschwindigkeit ändert sich aber die Papierstärke umgekehrt proportional der Papiergeschwindigkeit. Um also immer konstantes Papiergewicht je m^2 zu erhalten, muß unabhängig von Belastungsschwankungen oder Änderungen der speisenden Kraftquellen (Frequenzschwankungen u. dgl.) die vorgeschriebene Geschwindigkeit genau eingeregelt bleiben. Ferner muß zur Erreichung einer gleichbleibenden Güte des Papiers das gegenseitige Geschwindigkeitsverhältnis der verschiedenen Arbeitsgruppen den verschiedenen Zustandsänderungen — Dehnung und Schrumpfung des Papiers — beim Lauf durch die einzelnen Gruppen sorgfältig angepaßt werden. Diese sog. „Zugregelung" bedingt, daß das Geschwindigkeitsverhältnis der einzelnen Gruppen ohne Mitbeeinflussung der anderen Gruppen veränderlich einstellbar ist und daß erforderlichenfalls alle in der Arbeitsrichtung folgenden Gruppen der Zugeinstellungsänderung an einer der vorangehenden Gruppen zwangsläufig und in gleichem Maße folgen. Ferner muß das jeweils eingestellte Geschwindigkeitsverhältnis sämtlicher Gruppen selbsttätig und äußerst genau aufrechterhalten werden.

Es ist selbstverständlich, daß für solche Regelaufgaben nur Motoren mit gutem Nebenschlußverhalten in Frage kommen und daß auch hier wieder der Gleichstrommotor mit seinen wiederholt erwähnten vorzüglichen Regelfähigkeiten eine überragende Bedeutung besitzt. Vorwiegend wird Feld- oder Spannungsregelung (Leonard-, Zu- und Gegenschaltung), bei besonderen Betriebsverhältnissen auch eine Kombination beider durchgeführt. Es besteht heute auch das Bestreben, Papiermaschinen mit nicht zu umfangreichem Fabrikationsprogramm mit Drehstrom-Nebenschluß-Kommutatormotoren auszurüsten, die bis zu einem Regelbereich von etwa 1 : 3 und bei Verwendung besonderer Hilfsmittel (z. B. Umschalten der Wicklung, Umschaltgetriebe u. dgl.) bis 1 : 10 und größer den vorliegenden Regelforderungen genügen können und gleichzeitig eine Umformung von Drehstrom in Gleichstrom ersparen.

Bei der Ringspinnmaschine liegen die Verhältnisse ähnlich: Von der Möglichkeit, die Fadenspannung während des Spinnvorganges konstant zu halten, ist die Güte des Materials abhängig. Die heute vorzüglich durchgebildeten Spinnregler lösen in Verbindung mit geeigneten Regelantrieben diese Forderung in zuverlässiger Weise, wobei sie zwangsläufig die verschiedenen Geschwindigkeiten entsprechend den verschiedenen Aufwindungsdurchmessern sowie entsprechend der Spulenfüllung als periodische Drehzahländerungen einhalten. Der Drehzahl-Regelbereich für die eigentliche Spinnperiode ist etwa ± 5 %. Der Gesamtregelbereich einer Spinnmaschine für verschiedene Arbeitsprogramme kann bis zu 1 : 2 sein, weshalb außer Gleichstrom-Nebenschlußmotoren neuerdings auch Drehstrom-Kommutatormotoren vorzüglich verwendet werden.

Duo-Walzenstraßen, die als Umkehrstraßen für schwerstes Programm gebaut werden (Block-, Grobblechstraßen), sowie schwungradlose Trio-Walzenstraßen erfordern eine weitgehende Drehzahlregelung von Stich zu Stich, um während eines ganzen Walzvorganges die Formungsarbeit möglichst konstant zu halten. Die an einen solchen Betrieb gestellten hohen Anforderungen — hohe Überlastungsfähigkeit, leichtes und schnelles Steuern bei weitgehender Drehzahlregelung, Schutz des Netzes vor kurzzeitigen schweren Belastungstößen — lassen sich in vollkommener Weise mit Gleichstrommotoren erfüllen, die von besonderen Schwungradumformern in Ward-Leonard-Schaltung gespeist werden.

2. Betriebe mit Regelung der Drehzahl zur Anpassung an geänderte technologische und betriebliche Arbeitsbedingungen.

Bei solchen Betrieben bleibt die Drehzahl während eines Arbeitsvorganges als Grunddrehzahl konstant. Zur Anpassung an geänderte Bedingungen muß sich für verschiedene Arbeitsvorgänge jede geforderte Arbeitsgeschwindigkeit einstellen lassen. Es handelt sich also um eine zeitlich bedingte Drehzahlumstellung zur Änderung der Arbeitsleistung, des Arbeitsprogrammes der Maschinen eines Betriebes in mehr oder weniger zahlreichen Stufen eines bestimmten Bereiches. Für Mittel- und Feinstraßen (Blech-, Drahtstraßen) werden fast ausschließlich durchlaufende Walzenstraßen verwendet; da der Betrieb es aber vielfach erfordert, durch eine solche Straße verschiedene Profile zu walzen, die aus walztechnischen Gründen nicht mit gleichgroßen Drehzahlen verarbeitet werden dürfen, sind in solchen Fällen auch durchlaufende Schwungrad-Walzenstraßen mit Regelantrieben auszurüsten, um je nach dem Programm die verschiedensten Betriebsdrehzahlen einstellen zu können. Die Leistungen der Maschinen sind sehr beträchtlich, weshalb besonders bei den größeren Regelbereichen (1 : 2 und darüber) wirtschaftliche Regelung mit Gleichstrom-Nebenschlußmotoren zu erstreben ist; bei mittlerem Regelbereich und bei Anlagen, in denen nur Drehstrom zur Verfügung steht bzw. eine Umformung ausscheidet, werden zur wirtschaftlichen Rückgewinnung der Regelschlupfleistung Drehstrom-Gleichstrom-Regelsätze, bei den kleineren Regelbereichen auch Kaskaden mit Drehstrom-Kommutator-Hintermaschinen für über- und untersynchrone Regelung am Platze sein.

Umstellungen auf verschiedene Arbeitsdrehzahlen zur wirtschaftlichen Erledigung des Fabrikationsprogrammes einer Arbeitsmaschine bei verschiedenem Be- und Verarbeitungsgut sind noch bei zahlreichen Betrieben erforderlich, z. B. bei der bereits erwähnten Papiermaschine (je nach der Dicke des herzustellenden Papiers bzw. des Gewichtes je m^2, welches von der Arbeitsgeschwindigkeit abhängt; Drehzahlbereich bis 1 : 10), bei Spinnmaschinen

[1] Vgl. a. S. 995 dieses Heftes.

Digitized by Google

(je nach der zu spinnenden Garnart; Drehzahlbereich bis zu 1 : 2), bei Zeugdruckmaschinen (je nach der Verschiedenheit der zu druckenden Muster, der zu bedruckenden Stoffe und der Farben, welche die Trockenzeit beeinflussen; Regelbereich 1 : 3), bei pneumatischen Materialförderanlagen (für Getreide, Erze. Bergeversatz u. dgl.; je nach der Beschaffenheit und dem spezifischen Gewicht werden andere Leistungen und Strömungsgeschwindigkeiten verlangt), bei verschiedenen Werkzeugmaschinen (Bohr-, Fräs-, Schneidemaschinen, je nach Werkstoff und Werkzeug). Die Vielseitigkeit des Arbeitsprogrammes, das mit einer Maschine bewältigt werden soll, bestimmt im wesentlichen den gesamten Regelbereich, die Abstufung der verschiedenen Arbeitsgrundgeschwindigkeiten und somit die Wahl der wirtschaftlichsten Regelausrüstung.

Bei den Tag und Nacht durchlaufenden Hauptschachtlüftern besteht in vielen Fällen die Notwendigkeit einer Regelung der Wettermenge, um den tatsächlichen Wetterverhältnissen Rechnung zu tragen und den Betrieb der verhältnismäßig großen Maschinen wirtschaftlich gestalten zu können. Die Regelung der Wettermenge läßt sich auf einfachste Weise durch Drehzahlregelung des Schleuderrad-Grubenlüfters erreichen, da die Wettermenge sich proportional mit der Drehzahl ändert. Da es sich hier um Dauerbetriebsmaschinen handelt, wird in der Regel bei allen größeren Anlagen eine wirtschaftliche Kaskadenregelung mit bekannten Regelsätzen am Platze sein, durch welche mechanisch oder elektrisch die Schlupfenergie zurückgewonnen und ein günstiger Leistungsfaktor erreicht werden kann. Eine Regelung mit Gleichstrommotoren in Leonard-Schaltung ist bei Grubenlüftern wie bei allen Anlagen, bei denen das Drehmoment der Arbeitsmaschine sich mit der Drehzahl quadratisch ändert, unzweckmäßig, da die Maschinen für die maximale Leistung bemessen sein müssen und dann während der Regelzeiten nicht ausgenutzt sind. Für einzelne Bewetterungsanlagen werden auch polumschaltbare Motoren für 2 ··· 4 Drehzahlen ausreichen und zeitweise Schleifringmotoren mit Widerstandsregelung verwendet.

Die vorstehend beschriebenen Betriebe sind aus dem umfangreichen Gebiet der industriellen Regelbetriebe nur einige ausgesuchte Beispiele; die gruppenmäßige Zusammenfassung behandelt aber im wesentlichen die kennzeichnenden Grundzüge, nach welchen vom technologischen und betrieblichen Standpunkt aus alle Regelaufgaben erörtert werden können.

Als ausschlaggebende Faktoren, die eine wirtschaftliche Regelung abhängig bestimmen, können allgemein angesehen werden:

in den Betrieben der Gas-, Luft- und Wasserwirtschaft: Menge und Druck;

in den Betrieben für Fertigungsgüter (Werkzeugmaschinen, Maschinen der Papier- und Textilindustrie, Walzwerke, Maschinen der chemischen und Nahrungsmittel-Industrie u. dgl.): Werkstoff und Werkzeug;

bei dem Betrieb mechanischer Transportmittel (Fördermaschinen, Beschickungs-, Entladeanlagen, Bagger u. dgl.): Höchstmenge und Zeit.

Es ist zu erkennen, daß die elektrischen Regelausrüstungen der verschiedensten Regelbetriebe im Aufbau an sich die gleichen sein können, ganz gleich, ob es sich um eine dauernde Regelung während eines Arbeitsvorganges oder um Drehzahlumstellungen für verschiedene Arbeitsgänge handelt; besonders bei den Betrieben für Fertigungsgüter kann auch eine Regelung nach beiden Regelungsarten gefordert werden, und schließlich wird ein für die eigentliche Arbeitsperiode erforderlicher verhältnismäßig nur kleiner Regelbereich durch notwendige niedrige Einlaufdrehzahlen (z. B. Drahteinziehen bei Ziehbänken, Einrichten größerer Zeugdruckmaschinen u. dgl.) wesentlich vergrößert, wodurch für die Wahl der gesamten Regelausrüstung ganz andere Gesichtspunkte maßgebend sein können.

Gerade deshalb erscheint es zweckmäßig, bei der Einteilung der Drehzahl-Regelbetriebe von den ursächlichen technologischen und betrieblichen Arbeitsbedingungen auszugehen, zumal ja auch diese in maschinen- und apparatetechnischer Hinsicht durch normale oder Sonderausführung, explosions-, tropfwasser-, staub-, spritzwassergeschützte Bauart, durch die erforderliche Feinstufigkeit, die betrieblich zulässigen Regelverluste, Kapitalanlage, Platzbedarf u. dgl. die endgültige Art und Ausführung der gesamten Regelausrüstung bestimmen. Hierbei spielt in gewisser Beziehung auch die Wahl der Antriebszwischenglieder, wie Riemen-, Zahnradvorgelege, direkte Kupplung von Elektromotor und Arbeitsmaschine, Verwendung der verschiedensten Arten von starren und elastischen Kupplungen eine Rolle, die von betriebstechnischen wie wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu treffen ist.

Über die Verwendung von Gleichrichtern bei elektrischen Regelungsausrüstungen sei zum Schluß noch bemerkt, daß bei der Aufstellung von Gleichrichtern als reine statische Umformer keine besonderen regeltechnischen Gesichtspunkte auftreten. Die in der letzten Zeit für industrielle Zwecke weiter entwickelten gittergesteuerten Stromrichter[2] werden in Zukunft auch für motorische Regelaufgaben zum Vergleich mit anderen Regelsystemen herangezogen werden müssen. Ausführungen solcher Art liegen z. Z. nur vereinzelt vor; wirtschaftliche und betriebliche Gesichtspunkte werden erfahrungsgemäß auch hier den praktischen Verwendungsbereich bestimmen.

[2] Vgl. S. 987 dieses Heftes.

Aussetzende Betriebe (Hebezeuge).

Von Dir. **Carl Schiebeler**, Berlin.

Die Arbeitsbedingungen der Motoren und Steuergeräte für Krane, Aufzüge und verwandte Nahtransportmaschinen sind infolge der Mannigfaltigkeit und wechselnden Beanspruchung dieser Maschinen nicht leicht übersehbar*. Bevor der VDE auf Grund der Vorschläge des Verfassers in den R. E. M./1923 die Kranmotoren nach dem „aussetzenden" Betrieb bewertete, bildete der „kurzzeitige" Betrieb (30 ··· 90 min-Betrieb) die Grundlage für die Berechnung und Konstruktion von Kran- und Aufzugmotoren. Der kurzzeitige Betrieb hatte zum Bau von Motoren mit großer Wärmeaufnahmefähigkeit geführt, deren Auslegung nicht den wirklichen Arbeitsbedingungen des über den ganzen Tag sich erstreckenden aussetzenden Betriebes entsprach. Dieser verlangte vielmehr eine gute Wärmeabgabefähigkeit, die inzwischen durch mannigfache Neukonstruktionen geschaffen wurde. In den selteneren Fällen, in denen kurzzeitiger Betrieb vorliegt, wie z. B. bei den Eisenwasserbauten (Schleusen, Wehre, Brücken), werden die für aussetzenden Betrieb entwickelten Kranmotoren ebenfalls benutzt; ihre Leistung wird dabei durch möglichst starke Steigerung des Anzugmomentes auf ein Höchstmaß gebracht.

Den mannigfachen Betriebsverhältnissen des aussetzenden Betriebes wird durch die Prüfung der Motoren bei den relativen Einschaltdauern (ED) von 15, 25 oder 40 % Rechnung getragen, wobei die Stempelleistung während einer Einschaltzeit von 1,5, 2,5 und 4 min innerhalb einer Spieldauer von 10 min bei voller Drehzahl ermittelt wird. Bei den verschiedenartigen Nahtransportmaschinen, den Kranen, Aufzügen, Rollgängen u. a. m., sind naturgemäß diese Prüffeldbedingungen praktisch nicht vorhanden. Es tritt ein Wechsel in der Belastung auf, und zwar eine Unterbelastung beim Arbeiten ohne Nutzlast, dagegen eine Überbelastung beim Beschleunigen von Massen. Der Motor arbeitet beim Anlassen und Regeln nicht mit der vollen Drehzahl, und auch die Art der Steuerung, insbesondere bei Senkschaltung, schafft schwer übersehbare Belastungsverhältnisse.

Die in neuerer Zeit auch bei Nahförderung benutzten Motoren mit Käfigläufer, die mit 2fachem Moment anlaufen müssen, bedingen eine höhere Einschaltstromstärke als die Schleifringmotoren, die zwar bei der Planung berücksichtigt werden muß, aber durch die Prüfleistung nicht erfaßt wird. Die Maschinenregeln[1] § 19 a beschränkten sich hinsichtlich Bewertung der Prüfleistung auf den folgenden Hinweis: „Bei Wahl der Maschinengrößen sind die Einflüsse der wechselnden Drehmomente, der Massenbeschleunigung, der Steuerung und etwa vorhandener Wärmebestrahlung zu berücksichtigen."

Bei dem durch die schwere Wirtschaftslage bedingten scharfen Wettbewerb war man bestrebt, die Ausnutzung der Motoren möglichst zu steigern. Dies geschah einmal durch stärkere Lüftung und weiter durch Benutzung wärmebeständiger Isolation. Während bei Dauerbetrieb die Eigenlüftung, insbesondere bei gekapselten Motoren, eine sehr beträchtliche Steigerung der Motorleistung herbeiführt, ist sie bei aussetzendem Betrieb weniger wirksam; denn bei einer relativen Einschaltdauer von 25 % steht der Ventilator während 75 % der Zeit still, und er kühlt auch beim Anlauf und bei Regelung auf kleinere

* Vgl. Schiebeler, Elektromotoren für aussetzenden Betrieb und Planung von Hebezeugantrieben, Leipzig 1926.

[1] VDE 0530/1930.

Digitized by Google

Drehzahl als die Prüfdrehzahl nicht in voller Stärke. Deshalb ist bei größeren Leistungen die Fremdlüftung am Platz, die den Motor auch in den Arbeitspausen kühlt (Abb. 1). Ein zweites Mittel, die Leistung zu steigern, besteht in der Verwendung einer wärmebeständigen Isolation, wobei nach den R. E. M. eine um 20 ° höhere Temperatur zugelassen wird.

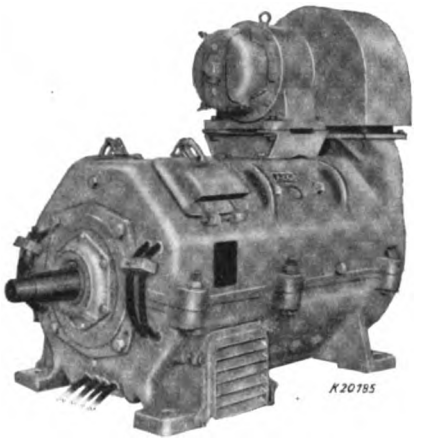


Abb. 1. Gleichstrom-Kranmotor mit Fremdlüftung.

Von den verschiedenen Motorarten haben sich bei Drehstrom Motoren mit Käfigläufer im Kranbau bisher nur bei kleineren Motorleistungen einführen können, weil bei größeren Leistungen der große Einschaltstrom und die mangelnde Regelbarkeit im Wege standen. Im Aufzugbau sind dagegen die Motoren mit Käfigläufer wenigstens bei Leistungen bis 15 PS und Schalthäufigkeiten von nicht mehr als 90 ··· 100 Schaltungen/h Normalausführung geworden. Bei größeren Leistungen und Schalthäufigkeiten behauptet der Motor mit Schleifringläufer das Feld.

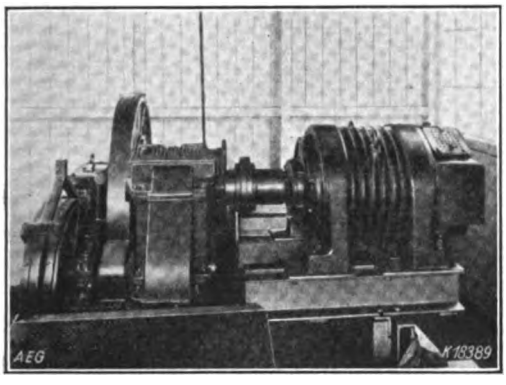


Abb. 2. Windwerk eines Hafen-Stückgutkranes mit Doppelkranmotor.

Das Streben nach Steigerung der Förderleistung führte bei Drehstrom zur Verwendung von Reihenschluß-Kommutatormotoren und Einführung von polumschaltbaren Motoren. Für Hubwerke, insbesondere solche von Hafenkranen, wird als polumschaltbarer Motor ein Schleifringmotor hoher Polzahl, dessen Drehzahl durch Widerstände geregelt wird, mit einem Kurzschlußmotor niedriger Polzahl in gleichem Gehäuse vereinigt. Dieser „Doppelkranmotor" (Abb. 2) wird meist für gleiche Leistung bei beiden Drehzahlen mit einem Drehzahlverhältnis 1 : 2 ausgelegt. Bei Fahrwerken mit großer Massenbeschleunigung, z. B. bei schnellfahrenden Katzen, werden polumschaltbare Motoren mit Schleifring-Schleifringläufer und 6 Schleifringen benutzt. Neben der Verbesserung der Steuerbarkeit ergibt sich bei polumschaltbaren Motoren eine wesentliche Energieersparnis, da es möglich ist, kleinere Wege ohne Widerstandsverluste zurückzulegen und an den Fahrbahnenden aus der großen auf die kleine Geschwindigkeit elektrisch (übersynchron) abzubremsen und langsam bis zum Puffer zu fahren.

Bei Gleichstrom führte das Streben nach Steigerung der Förderleistung, besonders bei Seehafenkranen, zu einer Weiterentwicklung der Hubmotoren. Während man beim Gleichstrom-Reihenschlußmotor den leeren Haken mit wenig mehr als der zweifachen Vollast-Hubgeschwindigkeit heben konnte, ist es neuerdings gelungen, die Leerhakengeschwindigkeit auf das 3 ··· 4fache zu steigern. Bei dieser Schnellhubschaltung wird nicht ein Reihenschlußmotor, sondern ein Nebenschluß-Regelmotor in Verbindung mit einem „Selbstregelsatz" benutzt, der dem Nebenschlußmotor auf den letzten Stellungen des Steuergerätes eine steile Reihenschlußkennlinie gibt. Um die große Geschwindigkeitssteigerung wirklich ausnutzen zu können, mußte bei Auslegung der Motoren besonderer Wert auf kleines Ankerschwungmoment und gute Steuerfähigkeit, d. h. schnelles Beschleunigen auf hohe und flottes Abbremsen auf kleine Geschwindigkeit bei Aufrechterhaltung einer guten Kommutierung gelegt werden, wozu eine besondere Ausbildung der Steuerung beim Heben und Senken erforderlich war.

Die genauere Erkenntnis der Arbeitsbedingungen des aussetzenden Betriebes hat nicht nur die Entwicklung der Motoren beeinflußt, sondern auch Konstruktion und Bewertung der Steuergeräte für Hebezeuge und Transportmaschinen durch die vom VDE geschaffenen „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Steuergeräten, Widerstandsgeräten und Bremslüftern für aussetzende Betriebe"[2] auf eine sichere Grundlage gestellt. In diesen Regeln wurden neben der relativen Einschaltdauer die für die Anlaß- und Regelvorgänge kennzeichnenden Begriffe: Anlaßzeit, Regelzeit, Anlaßhäufigkeit, Regelhäufigkeit, Schalthäufigkeit, Schaltleistung u. a. m. in ihrer Auswirkung erfaßt. Besondere Bedeutung gewann die „Schalthäufigkeit", d. i. die Gesamtzahl der je Stunde vorkommenden Einschaltungen des Steuergerätes für die Abgrenzung der Verwendbarkeit der verschiedenen Ausführungsarten von Steuergeräten, der Steuerwalzen, Steuerschalter und Schützensteuerungen, für die charakteristischen Betriebsarten: den gewöhnlichen Schaltbetrieb, den Anlaufregelungsbetrieb und den Beschleunigungsbetrieb. Die Definition dieser Betriebsarten umfaßt zugleich die jeweiligen Anforderungen an die Regelung und Massenbeschleunigung, die zur Entwicklung besonderer Schaltungsarten geführt haben, auf die nunmehr kurz eingegangen werden soll.

Für den Anlaufregelungsbetrieb wird ein sanftes Anlaufen mit feiner Regelung, d. h. starker Herabminderung der Geschwindigkeit, gefordert, wie sie z. B. bei den Hubwerken von Gießereikranen, Turbinenmontagekranen u. a. m. notwendig ist. Bei Hubwerken treten große Lastschwankungen auf, indem beim Senken des leeren Hakens ein kleines (positives) Treibmoment, beim Senken der durchziehenden Lasten dagegen ein (negatives) Bremsmoment erforderlich ist, das bei guten Wirkungsgraden bei Vollast bis zu 70 % und mehr des Vollast-Hubmomentes erreichen kann. Diese großen Schwankungen erschweren die Aufgabe der Regelung, insbesondere bei dem für Anlaufregelungsbetrieb verlangten Regelbereich. Beim Drehstrom-Asynchronmotor setzt zwar selbsttätig eine Bremsung ein, sobald die synchrone Drehzahl überschritten wird; diese übersynchrone Bremsung genügt aber nur für den gewöhnlichen Schaltbetrieb und den Beschleunigungsbetrieb, wenn man die Stoßwirkung, die beim Einfallen der mechanischen Bremse bei gesteigerter Geschwindigkeit auftritt, in Kauf nehmen will. Durch die untersynchrone Bremsschaltung ist man in der Lage, die Geschwindigkeit durchziehender Lasten unter den synchronen Wert zu ermäßigen; bei schweren Lasten ist allerdings zur Erzielung kleiner Geschwindigkeitswerte Gegenstrom-Bremsschaltung erforderlich. Beim Anlaufregelungsbetrieb, wo sowohl leichte wie schwere Lasten schon auf den ersten Senkstellungen in Bewegung gesetzt werden müssen, um ganz kurze Wege zurücklegen zu können, hat die Gegenstrom-Senkbremsschaltung in Verbindung mit der „Tippschaltung" die Erzielung besonders kleiner Geschwindigkeitswerte ermöglicht.

Um bei Motoren mit Käfigläufer einen stoßfreien Anlauf zu erzielen und bei Katz- und Kranfahrwerken das Lastpendeln zu vermeiden, schaltet man dem Ständer auf einer oder mehreren Stufen der Steuerwalze einen Widerstand vor, der das Anlaufmoment dem Lastmoment anpaßt. Es läßt sich sogar bei Motoren mit Käfigläufer die bei Gießereikranen erforderliche feine Regelung erzielen, wenn man außer dem Ständer-Vorschaltwiderstand mit Hilfe einer durch Handhebel oder Seilzug betätigten Bremse auf den ersten Stellungen der Steuerwalze den Motor zusätzlich durch Schleifenlassen der Bremse belastet.

Die Aufgabe, große lebendige Kräfte, z. B. beim Beschleunigen und Verzögern von schnellfahrenden Katzen auf Verladebrücken und anderen Antrieben mit großer Massenwirkung zu beherrschen, d. h. unzulässige Kräfte und Stromstöße zu vermeiden, wird bei Schützensteue-

[2] VDE 0655/1927.

Digitized by Google

rung durch „Wächter“ gelöst, die unabhängig von der Schaltwillkür des Führers die Beschleunigungs- und Verzögerungszeit festlegen. Während man früher „Stromwächter“ benutzte, die beim Abklingen des Stromes das Weiterschalten der Stufenschütze bewirkten, ist man neuerdings zu „Zeitwächtern“ übergegangen, deren Weiterschaltzeit durch die Remanenz eines kleinen, gleichstromerregten Magneten mit Klappanker einfachster Bauart (Abb. 3) bestimmt wird. Ein „Bremswächter“ gleicher Bauart sorgt dafür, daß auch bei Gleichstrom gefahrlos mit Gegenstrom abgebremst werden kann. — Bei Drehstrom-Schützensteuerungen werden ebenfalls gleichstrom-

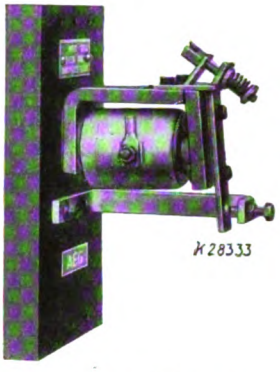


Abb. 3. Magnetischer Zeitwächter für Gleichstrom.

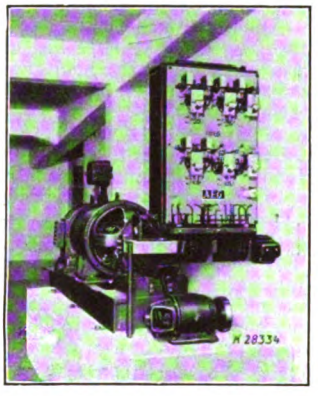


Abb. 4. Stufenlose Leonard-Steuerung mit Dämpfungsmaschine.

erregte Zeitwächter benutzt und der Gleichstrom durch einen kleinen Umformer erzeugt.

Die in bezug auf Regelfähigkeit beste Steuerung, die Leonard-Steuerung[1], hat ebenfalls eine Weiterentwicklung erfahren, indem durch eine „Dämpfungsmaschine“ ein stufenloses Selbstanlassen und Selbstbremsen durchgeführt wird. Die Dämpfungsmaschine ist eine kleine, mit einer Schwungscheibe versehene Nebenschlußmaschine, deren Anker parallel zum Feld des Leonard-Generators geschaltet ist.

Die stufenlose Leonard-Steuerung mit Dämpfungsmaschine (Abb. 4) hat für mannigfache Antriebe Verwendung gefunden, bei denen es wertvoll ist, daß nicht nur selbsttätig angelassen, sondern auch selbsttätig elektrisch gebremst und auf eine kleine Geschwindigkeit eingestellt werden kann. Dies gilt vor allem für schnellfahrende Aufzüge, ferner für Hubbrücken und Klappbrücken. Auch die Fahrantriebe von Abraumförderbrücken werden durch die Leonard-Steuerung mit Dämpfungsmaschine gesteuert. Diese großen Bauwerke sind gegen Stöße, wie sie beim Schließen der mechanischen Haltebremsen auftreten, besonders empfindlich. Durch die Dämpfungsmaschine wird weich elektrisch gebremst und die Geschwindigkeit bis auf Null gebracht, bevor die mechanische Bremse einfällt, so daß diese verschleißlos arbeitet. Auch beim Betätigen eines Haltedruckknopfes oder Endschalters und beim Ausbleiben der Netzspannung wird zuerst stoßfrei elektrisch gebremst, bevor die mechanische Bremse schließt.

Die mechanische Bremse ist ein wichtiges Betriebselement bei Kranen, Aufzügen und sonstigen Nahtransportmaschinen. Zum Lüften dieser Bremsen werden seit langem Solenoidmagnete benutzt. Die Drehstrom-Bremslüftmagnete weisen einen hohen Einschaltstrom (bis zum 30fachen des Haltestromes) auf, und die Spulen verbrennen, wenn der Hub nicht bis zum Berühren der Polflächen zurückgelegt wird. Man vermeidet diesen Übelstand durch Benutzung von Motorbremslüftern[3].

Eine weitere Neuerung auf dem Gebiete der Bremsen ist die Verschiebeankerbremse, bei der durch Axialbewegung des Ankers infolge eines magnetischen Zuges, der entweder durch konische Ausbildung des Motorankers oder durch einen an der Stirnseite des Motors aufgebauten Magneten erzeugt wird, die Lüftung der durch Federkraft geschlossenen Bremse erfolgt. Da derartige Bremsen mit ganz geringen Lüftwegen arbeiten, sind sie für Hafenkrane mit hohem Wirkungsgrad vorteilhaft benutzt worden.

Die Aufgabe des annähernden Gleichlaufs zweier mechanisch nicht gekuppelter Triebwerke, z. B. der Hubwerke von Lokomotiv-Hebekranen oder der Motoren eines Greiferhubwerkes beim Senken des offenen Greifers, läßt sich durch Mittel der Steuertechnik in befriedigender Weise erreichen[4]. Es ist aber auch gelungen, 2 ungleich belastete Motoren mit genau gleicher Drehzahl laufen zu lassen, ohne daß sie mechanisch gekuppelt sind. Man macht hiervon Gebrauch, wenn eine mechanische Welle, z. B. bei langen Verladebrücken, sehr teuer wird, oder wie bei großen Hubbrücken, Klappbrücken oder Wehren konstruktiv unbequem ist. Diese elektrische Welle besteht darin, daß mit jedem der beiden Antriebsmotoren ein Synchronisiermotor mechanisch gekuppelt ist, und die Schleifringe dieser Synchronisiermotoren durch eine 3polige Leitung miteinander verbunden sind[4].

Der Aufzugbau stellt an Motoren und Steuergeräte besondere Anforderungen. Der überaus große Wettbewerb in dieser stark unterbeschäftigten Industrie hat, nachdem die Elektrizitätswerke ihren Widerstand gegen die Einführung von Motoren mit Käfigläufern aufgegeben haben, sehr schnell zur Einführung dieser Motorart geführt. Motoren mit etwa 2fachem Anlaufmoment bei etwa 3fachem Einschaltstrom werden bis zu einer Leistung von etwa 15 PS allgemein verwendet, während bei größeren Leistungen der Schleifringläufer wegen seines geringeren Einschaltstromes in der Regel vorgezogen wird. Um genau einfahren zu können, benutzt man vielfach polumschaltbare Motoren, die allerdings in bezug auf das bei Wohnhausaufzügen zu vermeidende Geräusch nicht so günstig sind wie Motoren mit einer Drehzahl, und bei denen der Bremsstoß durch zusätzliche Schwungmassen gemildert werden muß. Bei größeren Geschwindigkeiten werden Feineinstellungsvorrichtungen benutzt, die eine geringe Einfahrgeschwindigkeit herbeiführen.

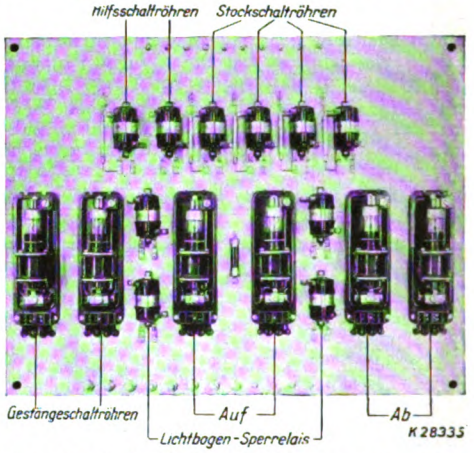


Abb. 5. Quecksilber-Schaltröhrensteuerung für Aufzüge.

Die Forderung eines möglichst geräuschlosen Betriebes führte auch zur Entwicklung von Sonderkonstruktionen von Steuergeräten. Neben ölgedämpften Schützen mit Kohlekontakten wurden Quecksilber-Schaltröhrenschütze (Abb. 5) entwickelt, die sich durch einen besonders hohen Grad von Geräuschlosigkeit auszeichnen. Auch die Bremsmagnete werden für Aufzugbetrieb mit Öldämpfung ausgeführt.

Für flott betriebene und schnellfahrende Aufzüge in Warenhäusern und Wohnhäusern ist die bereits oben behandelte stufenlose Leonard-Steuerung mit Dämpfungsmaschine besonders vorteilhaft, da sie flotteste Beschleunigung und Verzögerung mit geringster Stoßwirkung vereinigt.

Beim aussetzenden Betrieb ist die Aufgabe der Planung, die jeweils vorliegenden Betriebsverhältnisse klar zu erkennen und die am besten geeignete Ausrüstung auszuwählen, wesentlich schwieriger zu erfüllen als beim Dauerbetrieb. Die im Laufe einer langen technischen Entwicklung geschaffenen vielgestaltigen Motoren, Steuerungen und Apparate richtig zu bewerten und auszunutzen, wird dem Maschinenfabrikanten, der in der Regel als Generalunternehmer die elektrische Ausrüstung zu beschaffen hat, erleichtert, wenn auch sein Auftraggeber, der mit der Maschine arbeiten muß, sich über die elektrische Ausrüstung eingehend unterrichtet. Er wird dann bei der Bestellung nicht nur nach dem Preis, sondern auch nach der Wertigkeit der elektrischen Ausrüstung seine Entscheidung fällen. Dies gilt nicht nur für das Inland, sondern erst recht für das Ausland, das trotz aller zeitlichen Schwierigkeiten um so sicherer zu deutschen Fabrikaten zurückkehren wird, je hochwertiger sie sind.

[3] Vgl. Renker, S. 985 dieses Heftes.

[4] Vgl. S. 988 dieses Heftes.

Digitized by Google

Elektrische Antriebe der Maschinen der Faserstoffindustrie.

Von Dipl.-Ing. W. E. Baltz, Mannheim.

In der Faserstoffindustrie, zu welcher wir die großen Erzeugungsgebiete von Textilien und von Papier rechnen, treten infolge der Eigenart der Herstellungsweise, also auch der Arbeitsmaschinen, die dem „Elektrobetrieb“[1] zuzuschreibenden technisch-wirtschaftlichen Fortschritte ganz besonders klar zutage. Diese finden ihren Ausdruck in den allgemein bekannten, auch in anderen Industriezweigen nachzuweisenden Ergebnissen: Verbesserung der Energieausnutzung einerseits, Mehrerzeugung und Güteverbesserung des Arbeitsergebnisses anderseits. Die bereits zu einem Begriff gewordene „Elektromaschine“[1], in welcher die Energie unter tunlicher Vermeidung jedes mechanischen energieverzehrenden Zwischengliedes in elektrischer Form möglichst nahe an ihre Verwendungsstelle geleitet und dort mit Hilfe von Elektromotoren wirksam gemacht wird, bildet heute das betrieblich allein noch gerechtfertigte Arbeitsmittel.

Infolge der „fließenden“ Arbeitsweise, wie sie in der Faserstoffindustrie, im Gegensatz z. B. zur Metallindustrie, bereits seit altersher üblich war und ist, konnte sich der elektrische Antrieb von Maschinen deshalb ganz besonders glücklich auswirken, weil es möglich war, auf Grund der bereits fest gegebenen Erzeugungsweise die besonderen Eigenschaften elektrischer Antriebsmotoren unmittelbar, also ohne grundsätzliche Umstellung des ganzen Arbeitsvorgangs, in der Fabrik wirksam werden zu lassen. Hierbei erwies sich nicht nur die unübertroffene Regelfähigkeit des Elektromotors geeigneter Bauart als das einzig brauchbare Mittel, mit dem Ziele höchster Geschwindigkeit, also größter Erzeugung, die Maschinendrehzahl unter gleichzeitiger Verbesserung der Güte des Erzeugnisses auf den jeweils verschiedenen Stand des Arbeitsvorganges von Hand einzustellen, sondern man lernte es bald, dieses Ziel durch die Anwendung von besonderen sinnreichen Vorrichtungen vollkommen selbsttätig zu verwirklichen.

Auch die Verbesserung der Energieausnutzung, grundsätzlich bereits herbeigeführt durch die gegenüber mechanischen Mitteln erzielbaren höheren Wirkungsgrade bei der Energieerzeugung in elektrischen Generatoren, vor allem im Turbosatz, bei der Energieleitung durch Kabel und Leitungen, schließlich im Elektromotor selbst fand eine weitere wesentliche Förderung, als man es z. B. lernte, die Energieaufnahme großer Antriebsmotoren in der Holzschleiferei durch selbsttätig wirkende Steuermittel einem gewollten Programm zu unterwerfen.

Daß der Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades, also der Wirtschaftlichkeit der Energieausnutzung, auch der ölfreie, für Heizzwecke unmittelbar zu verwendende Entnahme- oder Gegendruckdampf der mit dem Begriff Elektrobetrieb untrennbar verbundenen Dampfturbine unmittelbar zugute kam, sei nur nebenbei erwähnt.

Entsprechend der Bauart und Wirkungsweise der verschiedenen Arbeitsmaschinen der Faserstoffindustrie verwendet man in dieser sowohl Drehstrom als auch Gleichstrom. Dort, wo Regelungen nicht vorliegen, wie z. B. vielfach in der Textilindustrie, aber auch in der Papierindustrie, spielt naturgemäß der Drehstrom, vorzugsweise unter Anwendung des Drehstrom-Kurzschlußmotors heute auch schon größerer Leistung, die Hauptrolle. Wichtige Sonderfälle, wie z. B. beim Antrieb der Ringspinnmaschine, aber auch z. B. in der Textilveredelung beim Antrieb von Spannrahmen, Zeugdruckmaschinen und Kalandern, schließlich in der Papierindustrie, eröffneten dem durch Bürstenverschiebung sehr einfach regelbaren Drehstrom-Kommutatormotor ein weites Betätigungsfeld. Dieser scheidet erst bei hohen Reglungsbereichen aus und macht dem Gleichstrom Platz, der in der Leonard-Schaltung oder in der Zu- und Gegenschaltung, beim Antrieb einer größeren Zahl von Zeugdruckmaschinen auch durch das Gleichstrom-Fünfleitersystem Reglungsmöglichkeiten bietet, die auch den praktisch höchstmöglichen Drehzahlbereichen gewachsen sind.

Vollkommen beherrscht der regelbare Gleichstromantrieb das Feld bei der Papiermaschine, wo zu der Forderung, stellenweise hohe Regelbereiche bis 1 : 15, ja mehr, beherrschen zu müssen, noch das weitere Erfordernis tritt, die einzelnen einen Mehrmotorenantrieb bildenden Teilmotoren selbsttätig in einem so gleichbleibenden Drehzahlzustand zu erhalten, daß, bildlich gesprochen, mit den Läufern der Teilmotoren verbunden gedachte Radienvektoren in gleichen Zeiten praktisch genügend genau immer gleiche Flächen beschreiben. Diese auf die Zeiteinheit bezogenen Flächen müssen bei einem solchen Mehrmotorenantrieb einstellbar sein. Eine Abart derartiger Antriebe, jedoch mit einem verhältnismäßig geringeren Genauigkeitserfordernis, finden wir in der Textilveredelung, wo bei kombinierten Maschinensätzen, bestehend z. B. aus einer Imprägniermaschine, einer Spannmaschine und einer Waschmaschine, deren jede durch einen besonderen Motor angetrieben wird, selbsttätig auf eine einstellbare Geschwindigkeit der einzelnen Teilmaschinen gesteuert wird.

Zur Erläuterung dessen, was die Elektrotechnik auf dem hier nur kurz andeutbaren Gebiete bisher geleistet hat, mögen einige Beispiele dienen.

Die Ringspinnmaschine.

Wie der schematische Schnitt Abb. 1 zeigt, wird das fertiggesponnene Garn auf eine Spule *Sp* aufgewunden, die von einer Schnur *Sch* angetrieben wird. Die Spule sitzt auf einer Spindel *Spi*, von denen die doppelseitig gebaute Ringspinnmaschine bis zu 500 und mehr enthält. Der fertige Faden wird aus Vorgarn *V* gesponnen, welches nach Durchlaufen eines Streckenwerkes *St*, eines Fadenauges *F* und eines Läufers *L* an die Spule geführt wird. Für den Elektroantrieb der Ringspinnmaschine ist es bedeutungsvoll und wohl zu beachten, daß die z. B. in der Baumwollspinnerei bis zu 12 000 und mehr U/min machende Spule mit dem auf sie aufzuwindenden Faden den aus einem Drahthäkchen bestehenden Läufer *L* nachschleppt, wobei dieser auf einem Ring *R* etwa mit Schnellzuggeschwindigkeit gleitet. Hierbei unterliegt der Läufer einer radial nach außen gerichteten Zentrifugalkraft, die sich in einer Reibungskraft zwischen Läufer *L* und Ring *R* äußert. Eine zweite Zentrifugalkraft finden wir in dem zwischen dem Fadenauge *F* und dem Läufer *L* herumgeschleuderten Ballon *B* wirksam.

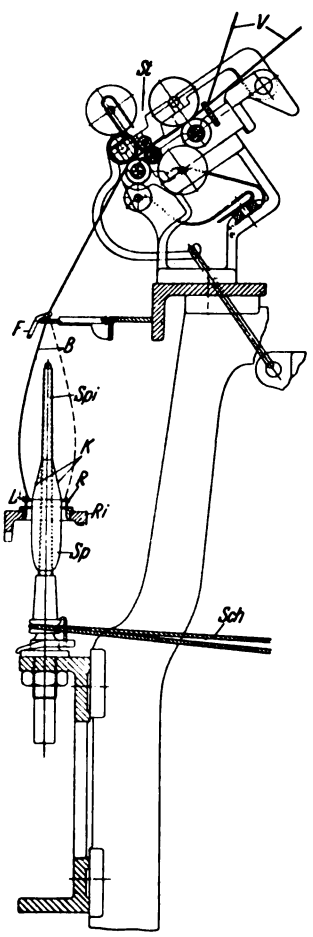


Abb. 1. Schnitt durch den Spinnmechanismus einer Ringspinnmaschine.

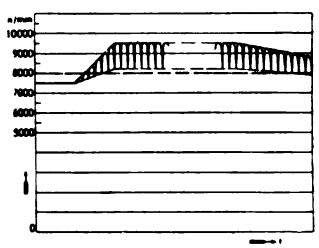


Abb. 2. Spinndiagramm.

Dem Ringspinnprozeß eigentümlich ist nun, daß der fertige Faden auf die Spule *Sp* unter dem Einfluß der von der entsprechend bewegten Ringbank *Ri* vermittelten Führung des Ringes *R* bzw. des Läufers *L* in konischen

[1] Die Prägung des das gesamte Gebiet der industriellen Energieerzeugung, -leitung und -verwertung eindeutig ausdrückenden Wortes „Elektrobetrieb“, ferner die Aufstellung der zu diesem gehörenden Bezeichnung „Elektromaschine“ erfolgte durch Stiel.

Digitized by Google

Schichten *K* auf die sich allmählich nach oben füllende Spule *Sp* aufgewunden wird. Der Faden läuft also, periodisch wechselnd, auf größere und kleinere Spulendurchmesser auf.

Vergegenwärtigt man sich das Kräfteverhältnis im Faden, das durch die erwähnten Zentrifugalkräfte im Ballon *B* und im Läufer *L* zustande kommt, so erkennt man: Bei konstanter Spindel- bzw. Maschinendrehzahl ist der Fadenzug beim großen Windungsdurchmesser am kleinsten, beim kleinsten Windungsdurchmesser am größten.

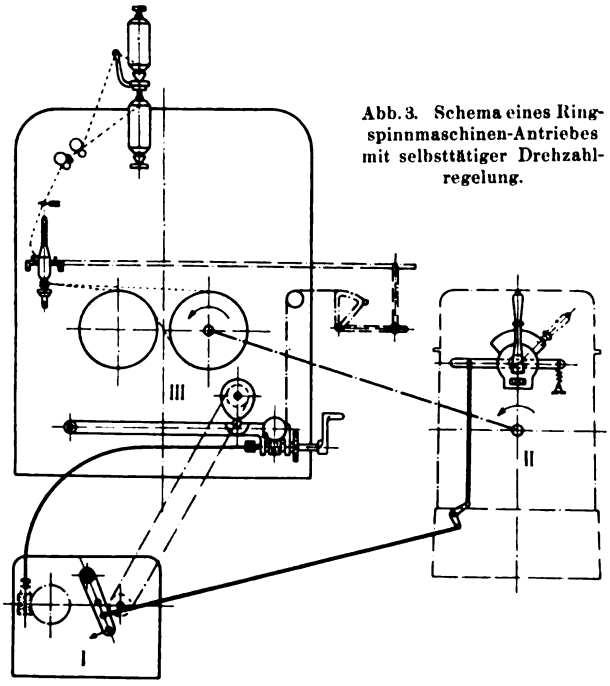


Abb. 3. Schema eines Ringspinnmaschinen-Antriebes mit selbsttätiger Drehzahlregelung.

Hieraus war nun folgendes zu schließen: Da für die Güte des Fadens ein möglichst gleichmäßiger Zug während des Spinnens ausschlaggebend ist, würde eine selbsttätige Steuerung der Spindeldrehzahl, d. h. aber der Maschinendrehzahl, mit dem Ziele der Beeinflussung der beschriebenen Zentrifugalkräfte so, daß der Fadenzug bei jedem Windungsdurchmesser praktisch gleich bleibt, der Verbesserung des Garnes zugute kommen. Da nun, wie die Überlegung zeigt, mit einer solchen Geschwindigkeitssteuerung eine erhebliche Steigerung der durchschnittlichen Maschinendrehzahl unmittelbar verbunden ist, war die praktische Voraussetzung für die Einführung des sogenannten „Spinnregelverfahrens“[2] in die Spinnerei unmittelbar gegeben.

Die unter anderem in einer bis zu 15 % und mehr betragenden Mehrerzeugung gegenüber der früher üblichen Arbeitsweise mit gleichbleibender Maschinendrehzahl zum Ausdruck kommende hohe Bedeutung des neuen Verfahrens erkennt man aus Abb. 2, in der die selbsttätig periodisch wechselnde Maschinengeschwindigkeit zur stark strichpunktiert angedeuteten früher gleichbleibenden Drehzahl in Vergleich gesetzt ist. Dabei war die Verwirklichung der grundlegenden neuen Erkenntnis insofern nicht mehr schwer, als sie nur noch Sache der zweckmäßigen Konstruktion eines selbsttätig wirkenden Apparates für die Drehzahlregelung sein konnte. Einem solchen Apparat, dem „Spinnregler“, brauchen nur die Bewegungen zugeführt zu werden, welche diejenigen Organe der Ringspinnmaschine machen, die die richtige Aufwindung des Fadens auf die Spule *Sp* durch entsprechende Bewegung der Ringbank *Ri* vermitteln. Man erkennt das aus Abb. 3. Die entsprechenden Vorgänge, es sind deren zwei, werden von der Ringspinnmaschine *III* auf den Spinnregler *I* übertragen und in diesem sinngemäß summiert. Darauf wird die sich ergebende Resultante mit Hilfe eines Gestänges an die Bürstenverstellungseinrichtung des die Ringspinnmaschine antreibenden Drehstrom-Kommutatormotors *II* weitergeleitet.

Die Papiermaschine.

Ein weiteres Beispiel dafür, welch erheblichen Einfluß die Elektrotechnik auf die Arbeitsweise, also auf die Erzeugungsmenge von Arbeitsmaschinen und wieder auch auf die Güte des Erzeugnisses ausgeübt hat, bietet die Papiermaschine. Es genügt, zu erwähnen, daß z. B. die Zeitungspapiermaschine, deren Arbeitsgeschwindigkeit um die Jahrhundertwende auf etwa 150 m/min beschränkt war, heute, mit einem neuzeitlichen Mehrmotorenantrieb ausgerüstet, mehr als doppelt so große Papiergeschwindigkeiten, d. h. mehr als 300 m/min einwandfrei zu erzielen gestattet. Dieses hervorragende Ergebnis wurde jedoch erst erreicht, als es gelungen war, gewisse Teile der Papiermaschine zu vervollkommnen und die die Geschwindigkeit beschränkenden umfangreichen mechanischen Transmissionseinrichtungen, insbesondere eine Unzahl von Riementrieben zu beseitigen und an deren Stelle regelbare Elektromotoren zu setzen. Besonders augenfällig wird der große Umfang der Umstellung in der Antriebsweise dadurch sichtbar, wenn man sich vergegenwärtigt, daß es sich hier um Maschinen von oft über 80 m Länge bei einer Arbeitsbreite bis zu mehr als 6 m handelt.

Das äußere Kennzeichen der Elektropapiermaschine besteht darin, daß ihre einzelnen Teile, also die Siebpartie mit Gautsche, die Naßpressen, die Trockenpartie, schließlich z. B. der Kalander und der Aufrollapparat je durch besondere Motoren angetrieben werden. Im Hinblick auf die Eigentümlichkeiten der Arbeitsweise, vor allem die stellenweise sehr hohen Regelbereiche bei Feinpapiermaschinen, ergab sich zunächst der Gleichstromantrieb als die praktisch einzig mögliche Antriebsart, wobei die Leonard-Schaltung oder die Zu- und Gegenschaltung es ermöglichten, jeden erforderlichen Gesamtregelbereich einwandfrei zu beherrschen.

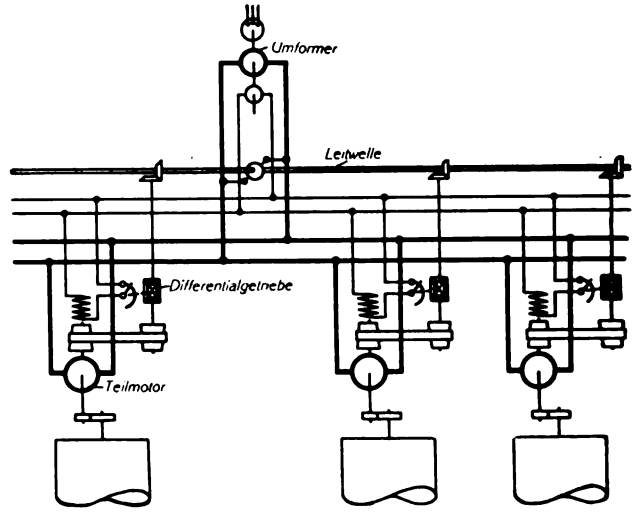


Abb. 4. Schema eines Papiermaschinen-Mehrmotorenantriebes mit selbsttätiger Drehzahlaufrechterhaltung; mechanisches System.

Es lag jedoch noch eine weitere Aufgabe, ja die wichtigste, darin, die einzelnen Teilmotoren des Mehrmotorenantriebes, wie schon einleitend angedeutet, derart selbsttätig im Gleichlauf zu erhalten, daß sie einer vorgeschriebenen Solldrehzahl winkelgetreu folgten. Das war deshalb erforderlich, weil jeder Durchhang oder jeder Einriß der Papierbahn zwischen den einzelnen, je mit einem besonderen Motor ausgerüsteten Teilgruppen der Papiermaschine unbedingt vermieden werden mußte. Dazu war es noch notwendig, die Drehzahlverhältnisse zwischen den einzelnen Teilmotoren gegeneinander genau einstellbar zu machen.

Es hat einer jahrelangen Arbeit der bei der Entwicklung Beteiligten bedurft, bis dem Papiermaschinenbetrieb einwandfrei genügende Lösungen geschaffen waren. Diese liegen jetzt schon seit Jahren vor. Sie mögen durch den Begriff „Differentialverfahren“ gekennzeichnet werden, der das Prinzip der selbsttätigen Aufrechterhaltung der vorgeschriebenen Geschwindigkeitsverhältnisse zwischen den einzelnen Teilmotoren des Mehrmotorenantriebes, der „Züge“, wie der Papiermacher sagt, enthält[3].

Man erkannte, daß es notwendig ist, die Drehzahlen der einzelnen Teilmotoren auf eine Leitgröße zu beziehen und bei diesem Vergleich sich herausstellende Winkelabweichungen der Läufer der Teilmotoren vom Soll selbsttätig im Entstehen zu beseitigen. Hierfür fand man zwei in ihrem grundsätzlichen Wesen gleiche, jedoch in

[2] Dieses Verfahren wurde der Öffentlichkeit schon lange vor dem Kriege, u. zw. durch den von K. Schnetzler vor dem Dresdener Elektrotechnischen Verein am 21. III. 1907 gehaltenen Vortrag „Elektrischer Antrieb von Ringspinnmaschinen“ unterbreitet.

[3] Siehe R. Schnitzer, Zur Geschichte des Mehrmotorenantriebes von Papiermaschinen, im Wbl. Papierfabr. 1930, S. 1042.

Digitized by Google

der Bauart voneinander abweichende Systeme, deren eines als mechanisches, deren anderes als elektrisches bezeichnet werden möge.

Beim mechanischen System wird die Leitgröße durch eine längs der Papiermaschine verlegte „Leitwelle" dargestellt (Abb. 4). Diese treibt den einen Teil von jedem Teilmotor des Mehrmotorenantriebes zugeordneten Differentialgetrieben an. Der zweite Teil des

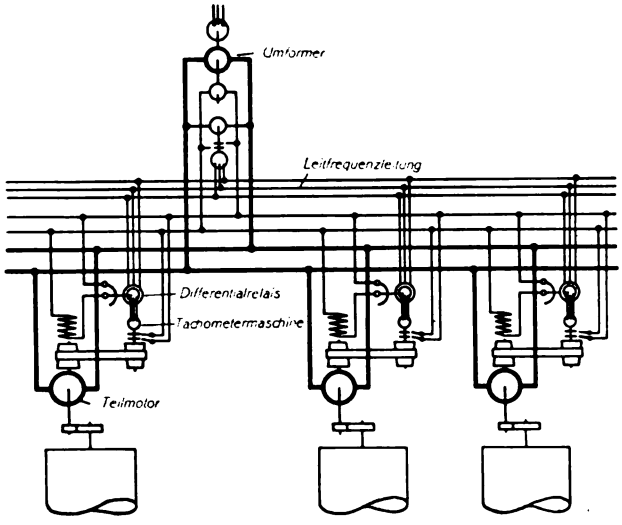


Abb. 5. Schema eines Papiermaschinen-Mehrmotorenantriebes mit selbsttätiger Drehzahlaufrechterhaltung; elektrisches System.

Differentialgetriebes wird vom Teilmotor angetrieben. Es ist ersichtlich, daß der mit dem Nebenschlußregler des Teilmotors verbundene dritte Teil des Differentialgetriebes sich nur dann bewegt, wenn sich der Rotor des Teilmotors aus seiner Sollwinkellage herausdreht. Hierdurch wird aber jede Störung des Sollzustandes im Entstehen verhindert.

Das elektrische System erhält sein besonderes Kennzeichen durch die ihm eigentümliche rein elektrische Aufrechterhaltung der Solldrehzahl der Teilmotoren (Abb. 5). Die Leitgröße ist hier eine Drehstrom-„Leitfrequenz", die den einzelnen Teilmotoren zugeordneten elektrischen Differentialrelais zugeführt wird. Diese sind bei dem Ausführungsbeispiel grundsätzlich so gebaut wie kleine Drehstrom-Schleifringmotoren, deren Statoren die Leitfrequenz zugeführt wird. Die Teilmotoren erzeugen mit Hilfe kleiner Drehstrom-Synchrongeneratoren je eine weitere, ihren Geschwindigkeitszustand genau darstellende Drehstromfrequenz, die man jeweils dem Rotor des zugehörigen Differentialrelais zuleitet. Bei Winkelabweichungen der Rotoren der Teilmotoren vom Sollzustand bewegen sich die bei diesem stillstehenden Rotoren der Differentialrelais und betätigen Nebenschlußregler der Teilmotoren, wodurch ebenfalls etwaige Bewegungsstörungen der letzteren im Entstehen aufgehoben werden.

Beiden Systemen ist grundsätzlich die durch das Differentialverfahren gewährleistete genaue Aufrechterhaltung des Soll-Bewegungszustandes der Teilmotoren gemeinsam. Die Unterschiede zwischen ihnen sind vor allem nur in ihren baulichen Eigentümlichkeiten zu suchen, wie sie durch die Verwendung mechanischer Mittel einerseits, elektrischer Mittel anderseits gegeben sind.

Die durch den elektrischen Mehrmotorenantrieb der Papiermaschine erzielten Fortschritte, oben schon durch die außerordentliche Geschwindigkeitsteigerung gekennzeichnet, waren für die Papierindustrie sehr bedeutungsvoll. Man kann sagen, daß der früher übliche mechanische Maschinenantrieb seine Bedeutung heute vollkommen verloren hat.

Trotz des außerordentlich großen Umfanges der in der Textil- und Papierindustrie gelösten Antriebsaufgaben ist es in diesem Zusammenhange leider nicht möglich, die Zahl der Beispiele zu vermehren. Es wird jedoch der große Einfluß erkennbar, den die Elektrotechnik auf alle Zweige der Energiewirtschaft und der hiermit im Zusammenhang stehenden Herstellungsaufgaben genommen hat. Mehrerzeugung, Güteverbesserung des Erzeugnisses, Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Energieausnutzung treten auf Grund der geschilderten wenigen, aber bedeutungsvollsten Ausführungsbeispiele so klar zutage, daß man mit voller Berechtigung die Elektrotechnik als eine mächtige Förderin der industriellen Erzeugung ansprechen kann und muß.

Anwendung elektrischer Antriebe für Werkzeugmaschinen.

Von Dir. O. Pollok, Berlin.

Für spanabhebende Metall- und Holzbearbeitungsmaschinen kommen Motoren mit belastungsunabhängiger Drehzahl (Nebenschlußcharakter) zur Anwendung. Diese Eigenschaft wird auch von Regelmotoren verlangt und dazu, daß die Regelung bei gleichbleibender Leistung und möglichst stufenlos erfolgen soll. Gleichstrom-Nebenschlußmotoren entsprechen diesen Bedingungen am besten. Für Drehstromantriebe eignen sich Asynchronmotoren mit Kurzschluß- und Doppelnutläufern. Letztere werden für direkte Einschaltung mit 1,1 ··· 1,3fachem Anzugsmoment und 3,4 ··· 3,7fachem Anlaufstrom und mit hohem Anzugsdrehmoment für Stern-Dreieck-Anlauf ausgeführt. Das dabei in Sternschaltung entwickelte 0,7fache Anzugsmoment genügt für spanabhebende Werkzeugmaschinen größtenteils. Daher kommen je nach den Anlauf- und Anschlußbedingungen dreierlei Arten von Käfigläufermotoren in Frage. Dazu kommen noch Sonderkäfigläufer für häufigen Drehrichtungswechsel, für schweren Anlauf mit Schwungmassen oder für starken Schlupf. Die letzteren Eigenschaften kommen meistens für nicht spanabhebende Maschinen (Pressen, Scheren, Stanzen, Hämmer) in Betracht. Schleifringmotoren können immer angewandt werden; notwendig sind sie aber nur für besonders schwere Anlauf- oder Umkehrantriebe oder bei belastungsabhängiger Drehzahlregelung mit Widerständen.

Bei direkt mit Getrieben gekuppelten Käfigläufermotoren können stoßartige Beanspruchungen des Getriebes im Anlauf entstehen. Man suchte deshalb das Anzugsmoment durch besondere Ausbildung des Läufers von direkt einzuschaltenden Motoren auf das gerade noch notwendige Maß zu beschränken. Die Stöße entstehen aber nicht durch das eigentliche Anzugsmoment, weil beim ersten Anzug nur geringe absolute Geschwindigkeiten in Frage kommen, sondern sie entstehen nach dem Anzug durch das Hochlaufmoment, und die eigentliche Ursache der Stöße sind die Beschleunigungschwingungen, die durch die Unvollkommenheiten der Getriebe (Zahnräder) ausgelöst werden. Diese Schwingungen sind um so wuchtiger, je größer die absoluten Geschwindigkeiten sind; sie wirken sich also nicht am Anfang des Anlaufes, sondern während des Anlaufes, besonders aber am Schluß aus. Auf Abb. 1

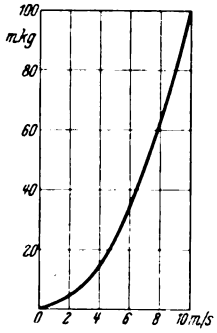


Abb. 1. Massenkräfte während des Anlaufs $\left(A = \frac{m v^2}{2};\ m = 2\right)$.

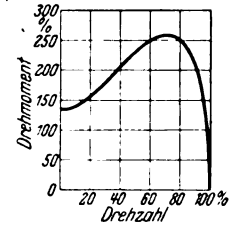


Abb. 2. Anlaufdrehmomente eines Kurzschlußmotors.

sieht man, daß der Unterschied der Massenarbeit bei einer Geschwindigkeitsänderung um z. B. 2 m/s zwischen 8 und 10 m/s neunmal so groß ist als zwischen 0 und 2 m/s. Daraus folgt, daß nicht die Beschleunigung aus der Ruhe, sondern die während des Hochlaufes die Veranlassung zu Schwingungen bzw. erhöhten Getriebebeanspruchungen bildet.

Digitized by Google

Kurzschlußmotoren haben ein verhältnismäßig geringes Drehmoment beim Anzug (Abb. 2), das aber während des Anlaufes sehr kräftig ansteigt, was heftige Beschleunigungen und damit die unerwünschten Beanspruchungen der Getriebeteile hervorbringen kann. Der Doppelnutmotor mit hohem Anzugsmoment hat dagegen einen sehr gleichmäßigen Verlauf der Drehmomente (Abb. 3). Das höhere Anzugsdrehmoment kann keine erhöhten Beanspruchungen der Getriebeteile auslösen. Er schont deshalb die Getriebeteile mehr als der Kurzschlußmotor bzw. der Wirbelstrommotor mit geringem Anzugsmoment, dessen Anlaufdrehmomente, wie Abb. 4 zeigt, ebenfalls ungleichförmig verlaufen. Sehr ungünstig für die Getriebe kann auch der Stern-Dreieck-Anlauf sein, wenn das Umschalten von Stern auf Dreieck bei belastetem oder nicht vollständig hochgelaufenem Motor erfolgt. Im ersteren Fall muß bei etwa 85 % der synchronen Drehzahl umgeschaltet werden. Dabei steigt das Drehmoment plötzlich von dem 0,6 ··· 0,7-fachen Wert des Nenndrehmomentes auf das 3 ··· 4fache, wodurch heftige Beanspruchungen im Getriebe ausgelöst werden können.

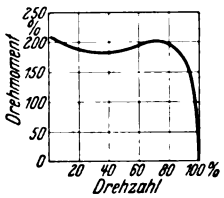


Abb. 3. Anlaufdrehmoment eines Doppelnutmotors mit hohem Anzugsmoment.

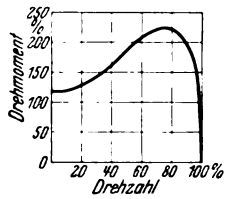


Abb. 4. Anlaufdrehmoment eines Doppelnut- oder Wirbelstrommotors mit geringem Anzugsmoment.

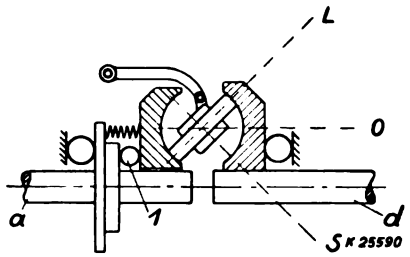
Zur Vermeidung von Getriebestößen ist also — so widersprechend dies auch klingen mag — die direkte Einschaltung häufig besser als die Stern-Dreieck-Schaltung und der Doppelnutmotor mit hohem Anzugsmoment besser als der Doppelnut- bzw. Wirbelstrommotor mit beschränktem Anzugsmoment. Mithin ist der Doppelnutmotor mit hohem Anzugsmoment sowohl bei Stern-Dreieck-Anlauf als auch bei direkter Einschaltung am günstigsten und als der allgemein verwendbare Drehstrommotor für Werkzeugmaschinen zu betrachten.

Um einerseits einen kurzen Kraftweg und anderseits einen formschönen, gedrungenen Zusammenbau zu erreichen, werden sowohl die Motoren als auch die Schaltgeräte in verschiedenen Anbau- und Einbauformen hergestellt, deren Anschlußmaße teilweise genormt sind. Bevorzugt werden dabei Motoren mit kleinstmöglichen Abmessungen, geringerem Gewicht und einfachen glatten Formen, z. B. Stahlmotoren.

Abb. 5. Getriebemotor mit Gelenk-Planetengetriebe.

Parallel mit dem Zusammenschluß von Motor und Werkzeugmaschine vollzog sich auch die Verbindung von Motoren mit Getrieben zum direkten Einzelantrieb von Arbeitsmaschinen. Solche Motorgetriebe vermitteln in wirtschaftlicher Art zwischen den günstigsten Drehzahlen der Motoren (besonders Drehstrommotoren) und den günstigsten Drehzahlen der Arbeitsmaschinen. Das äußere Merkmal sind kürzester Kraftweg und geringster Raumbedarf. Bei kleineren Übersetzungen wird das Getriebe an den Motor, bei größeren Übersetzungen umgekehrt der Motor an das Getriebe angeflanscht. Das Getriebe, Abb. 5, ist ein schrägverzahntes Gelenk-Planetengetriebe[1] mit Stirnrädern. Im Gegensatz zu bisherigen Planetengetrieben ist dabei der äußere Zahnkranz nicht fest im Gehäuse, sondern in einem Ring kardanisch beweglich gelagert. Die durch die Schrägverzahnung hervorgebrachten Seitenkräfte der Zahneingriffe der 3 Planetenräder balancieren sich durch die doppelte Gelenkigkeit aus, d. h. alle 3 Planetenräder werden zwangläufig in die Stellung gebracht, in welcher sie sich gleichmäßig in die Belastung teilen. Bisher wurde dies wegen der unvermeidlichen kleinen Ungenauigkeiten nicht erreicht, so daß man nur mit einem, statt mit 3 Zahneingriffen rechnen konnte. Die tatsächliche Verteilung auf 3 Zahneingriffe begünstigt die Anwendung geringer Zahnteilungen, was ebenfalls zum ruhigen Lauf derartiger Getriebe beiträgt. Durch elastische Lagerung des Kardanringes kann das Getriebe mit schwingungdämpfender oder auch federnder Wirkung ausgeführt werden. Die Verbindung der Motoren mit Stufengetrieben geschieht in gleicher Art wie mit festen Getrieben.

[1] DRP. 556 683, Stoeckicht.



1 Spreizkupplung
O Mittelstellung
L Übersetzung ins Langsame
S Übersetzung ins Schnelle
a antreibende Welle
d abtreibende Welle

Abb. 6. Mehrfach-Rollengetriebe für stufenlose Regelung.

Von den mechanischen Regelgetrieben für stufenlose Regelung können die bekannten Kettengetriebe nur für geringe Geschwindigkeiten verwendet werden. Sie haben deshalb große Abmessungen. Mehrfach-Rollengetriebe nach Abb. 6 können in direkter Verbindung mit 1500 U/min-Motoren verwendet werden und haben sich trotz ihrer kleinen Abmessungen im jahrelangen Betrieb bereits bewährt. Die Herstellungskosten dieser Getriebe sind aber auch noch nicht niedrig genug, um eine allgemeine Anwendung zu begünstigen. In dieser Beziehung verspricht das Planscheiben-Regelgetriebe nach Abb. 7 den Weg zu ebnen. Bei diesem Getriebe, welches sich z. Z. in mehreren Stücken in praktischer längerer Erprobung befindet, wird der Anpressungsdruck nicht im Verhältnis zum durchzuleitenden Drehmoment geändert, sondern er wird durch eine besondere Einrichtung konstant gehalten, und zwar so, daß das Getriebe bei einer bestimmten Überlastung schlüpft. Diese Schlüpfung verursacht keine Zerstörung der Reibflächen, weil durch weitere Maßnahmen ein Ölfilm sich dazwischen schiebt, der die Verhältnisse beim Schlüpfen ähnlich wie in einem Gleitlager gestaltet. Wenn das Getriebe infolge stoßartiger oder dauernder Überlastung schlüpft, so geht die Stromaufnahme des Antriebsmotors bis nahezu auf den Leerlaufstrom zurück, was ein Beweis dafür ist, daß Energie zur Erwärmung und Zerstörung der Reibflächen dabei nicht verbraucht wird.

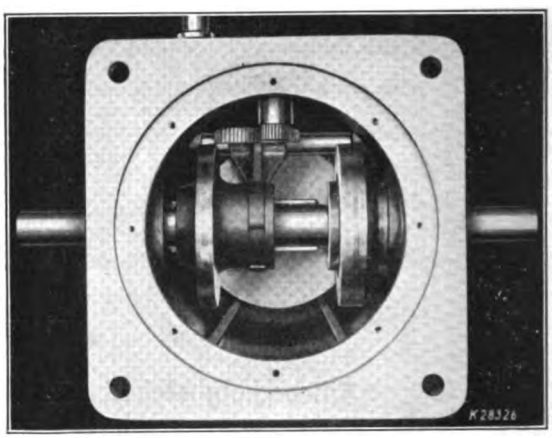


Abb. 7. Einblick in das Planscheiben-Regelgetriebe von unten (Boden entfernt).

Die Versuche haben auch ergeben, daß die Reibflächen durch das Schlüpfen nicht angegriffen werden. Infolge dieser bei Regelgetrieben bisher nicht bekannten Eigenschaften wird eine außerordentliche Betriebsicherheit erreicht. Der stufenlose Regelbereich ist 1 : 5 mit einfacher Planscheibe und 1 : 10 mit Mehrfach-Planscheiben.

Die Technik der Werkzeugmaschinen-Antriebe läßt sich am besten bei der Ausrüstung größerer Maschinen beschreiben. Es seien zu diesem Zweck die Drehstromausrüstung eines Bohrwerkes und die Gleichstromausrüstung einer Drehbank gewählt.

Das Horizontal-Bohr- und -Fräswerk Abb. 8 besitzt einen polumschaltbaren Hauptmotor von 15/17 PS bei 720/1440 U/min und einen Hilfsmotor. Beide sind an die Maschine nach DI-Norm B 5 angeflanscht. Der Hilfsmotor wird durch Umkehrschützen mit thermischer Auslösung, Druckknöpfe und Grenzschalter gesteuert. Die Steuerung des Hauptmotors muß eine Reihe besonderer Betriebsbedingungen erfüllen. Sämtliche Schütze und Apparate

Digitized by Google

sind (Abb. 9) auf einer lackierten Preßzellplatte aufgebaut, die ihrerseits auf einem schwenkbaren Eisenrahmen befestigt ist und in eine verschließbare Öffnung des Ständers der Maschine eingebaut wird. Als Trennschalter dient der von außen zu bedienende Paketschalter *1*. Ein dreipoliger Bimetall- und magnetischer Schnellauslöser *2* dient

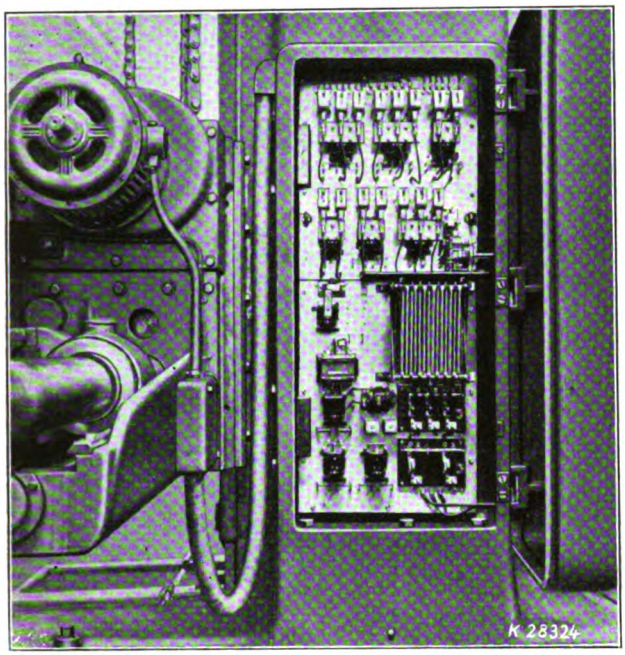


Abb. 8. Horizontal-Bohr- und -Fräswerk.

als Motorschutz, 2 Elfa-Automaten schützen die in dem Steuerungstrom liegenden Teile, und ein zweipoliger Bimetall- und magnetischer Auslöser *3* schützt den Gleichstrom-Bremskreis. Für die Steuerung des Motors in beiden Drehrichtungen und beiden Drehzahlen sind 2 dreipolige und 3 zweipolige Schützen vorgesehen. Das dreipolige Schütz *4* dient zur Herstellung des wechsel- und gleichstromseitigen Bremsstromkreises. Die Bremsung geschieht durch Gleichstromerregung des Motors. Der Bremsgleichstrom wird über den Transformator *5* durch den Trockengleichrichter *6* erzeugt. Die Gleichstrombremsung eines Drehstrommotors wirkt weich und doch schnell, weil das Bremsdrehmoment anfangs gering ist, um seinen größten Wert in der zweiten Hälfte der Bremsperiode zu erreichen.

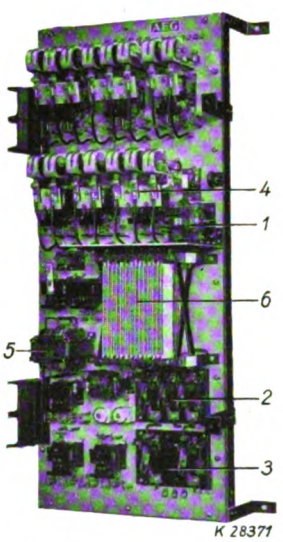


Abb. 9. Steuerung der Horizontal-Bohr- und -Fräsmaschine.

Die Druckknopftafeln enthalten Befehle für beide Drehzahlen in beiden Richtungen sowie den Befehl „Halt", durch welchen jede Bewegung abgebremst wird. Für Einrichtezwecke wird die Wirkung der Befehle auf Tippschaltung und auf die niedrige Drehzahl begrenzt, d. h. dann dauert jede Bewegung des Motors nur so lange, als der Befehlsknopf gedrückt wird. Ein besonderer Einrichteknopf befindet sich noch am Spindelkasten. Dieser wird beim Verschieben der Räderwechsel benutzt, wobei der Motor durch Tippschaltung kleine Bewegungen nur in einer Richtung ausführt und nicht gebremst wird, da das Verschieben und Ineingriffbringen der Räder am besten während des Auslaufes des Motors erfolgt.

Ein direktes Umschalten des Motors von der hohen Drehzahl auf die niedrige wird durch die Steuerung vermieden, weil dabei heftige Stöße entstehen können. Der Trockengleichrichter wird wechsel- und gleichstromseitig nur während der Bremsperiode eingeschaltet. Diese dauert 1 ··· 5 s. Nach längstens 6 s wird der Bremskreis infolge Ablaufs des mit dem Bremsschütz *4* verbundenen Zeitwerkes wieder geöffnet. Der Trockengleichrichter ist infolgedessen nur sehr kurzzeitig eingeschaltet.

Abb. 10 zeigt den Spindelstock einer Drehbank 900 · 9500 mm mit Gleichstrom-Regelmotorantrieb von der Rückseite und mit geöffnetem Steuerungsschrank. Der aufgesetzte Motor hat 40 PS Dauerleistung und ist von 500 ··· 1500 U/min bei gleichbleibender Leistung regelbar. Die Steuerung enthält einen von außen bedienbaren kurzschlußfesten Schutzschalter mit thermischer und magnetischer Schnellauslösung, ferner den motorisch betätigten Nebenschlußregler, die Schützen, Relais usw. für selbsttätiges Anlassen, Bremsen, Abhängigkeiten und Sicherheitseinrichtungen. Auf der Vorderseite des Spindelstockes befindet sich eine Einbauschalttafel mit Strom- und Spannungszeiger, Tachometer, Signallampen und Druckknöpfen. Weitere Einbau-Druckknopftafeln befinden sich in den Werkzeugschlitten und im Reitstock, die durch eine 5polige Schleifleitung mit dem Steuerungsschrank verbunden sind. Die Befehlsdruckknöpfe für die eine oder andere Drehrichtung dienen gleichzeitig auch zur Heraufregelung der Drehzahl. Zum Herabregeln ist je ein besonderer Knopf vorgesehen, damit man auch während des Stillstandes eine geringere Geschwindigkeit einstellen kann, was sehr wichtig ist und die Bedienung wesentlich erleichtert. Die Einbauschalttafel im Spindelstock enthält auch einen Druckknopf für „Einrichten" mit Schleichgeschwindigkeit und Tippschaltung, durch welchen die Schaltung der Wechselräder in bequemster Weise ermöglicht wird.

Die Bremsung des Motors geschieht durch Ankerkurzschluß bei gleichzeitiger Feldverstärkung. Die Ankerkurzschlußbremsung setzt bei hoher Geschwindigkeit des Motors ein. Bei gleichbleibendem Bremswiderstand entsteht zunächst ein großes Bremsdrehmoment, welches ebenso wie der Bremsstrom selbst rasch abklingt. Um den Motor in einer bestimmten Zeit stillzusetzen, muß man daher mit einem Bremsdrehmoment beginnen, welches weit über dem mittleren während der ganzen Bremszeit liegt. Dieses große Bremsmoment kann aber, da es bei hoher Ge-

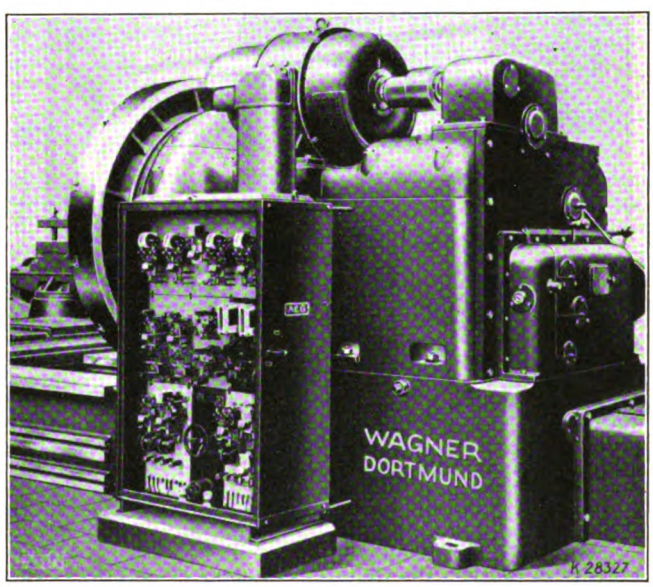


Abb. 10. Drehbank mit Gleichstrom-Wende-Regelmotor-Antrieb.

schwindigkeit einsetzt, leicht Stöße im Getriebe verursachen. Deshalb wurde ein zweistufiges Bremsen eingeführt mit verschieden großen Bremswiderständen, wobei das Kurzschließen des größten Teiles des Bremswiderstandes durch ein zweites Bremsschütz mit Zeitverzögerung bewirkt wird. Das Ergebnis ist ein weiches und doch sehr rasches Abbremsen des Motors auch von der höchsten Drehzahl.

Zur Überwachung der Spindellager sind zwei Thermostaten eingebaut. Solange die Temperatur normal ist, leuchten grüne Signallampen. Bei erhöhter Temperatur des einen oder anderen Lagers leuchtet die zugehörige rote Lampe auf, und es wird anschließend der Antrieb selbsttätig stillgesetzt.

Digitized by Google

Der elektrische Antrieb von umlaufenden Maschinen (Kompressoren, Gebläsen usw.).

Von Dir. M. Gaze, Berlin.

1. Speisung eines Druckluftnetzes.

Bei Kompressoren und Gebläsen bestehen grundsätzliche, den elektrischen Antrieb beeinflussende Unterschiede, einerseits hinsichtlich Bauart, Kolben- oder Kreiselmaschinen, anderseits betreffs der Verwendung, Speisung eines Druckluftnetzes oder Lösung technologischer Einzelaufgaben. Mit der Zunahme der Druckluftverwendung hat sich an der Erzeugungstelle, also am Kompressor, ein Druck von 5 ··· 7 atü als Norm herausgebildet, weshalb die Bauart dieser Kompressoren lediglich von der angesaugten Luftmenge abhängt.

Antrieb von Kolbenkompressoren.

Diesen in der Wirkungsweise gleich, aber in der Bauart abweichend sind Drehkolben- (Rotations-) Kompressoren. Die angesaugte Luftmenge ist proportional der Drehzahl, bei Antrieb durch normalen Drehstrommotor (Abb. 1) daher konstant. Bei Druckluftnetzen muß der Kompressor für die maximale Luftentnahme bemessen sein, die aber bis zu einem oft geringen Minimum wechselt. Trotzdem werden Motoren mit konstanter Drehzahl gewählt.

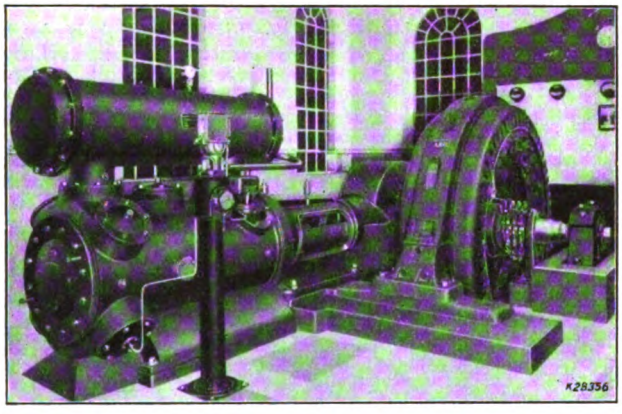
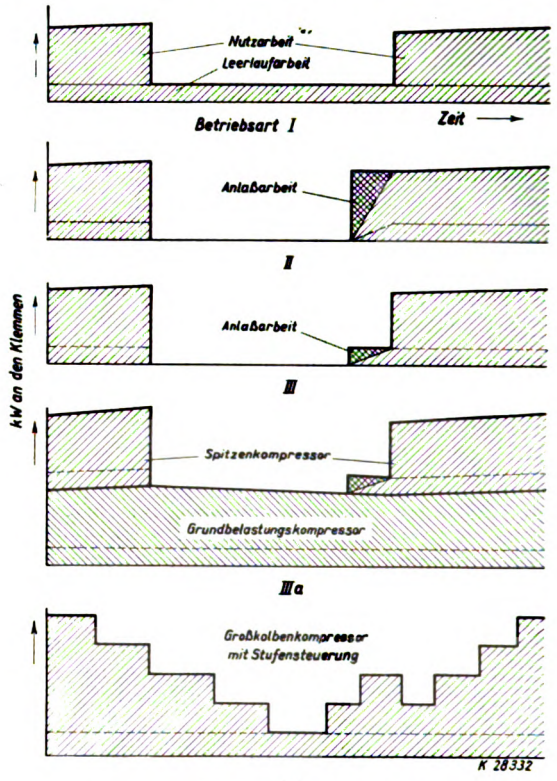


Abb. 1. Einkurbeliger Kolbenkompressor 2000 m³/h, direkt gekuppelt mit Asynchronmotor, 260 PS, 160 U/min; aussetzender Betrieb bei 7 atü Ausschalt- und 5 atü Einschaltdruck.

Aussetzender Betrieb. Schon beim Transmissionsbetrieb mußte bei sinkender Luftentnahme wegen der konstanten Drehzahl einem unzulässigen Druckanstieg der Preßluft, also einer Überlastung des Kompressors und Riemens, vorgebeugt werden. Dies bewirkt eine mechanische Aussetzereinrichtung, die bei einem bestimmten Druckmaximum den weiterlaufenden Kompressor auf Leerlauf schaltete (Abb. 2), Betriebsart *I*, die auch für einen motorisch angetriebenen, durchlaufenden Kompressor gilt. In der Leerlaufperiode erfolgt die Luftentnahme aus dem vorher aufgespeicherten Windkessel. Beim elektrischen Antrieb wird die Leerlaufarbeit gespart, wenn mittels eines Elektroaussetzreglers bei einem vorher eingestellten Druckmaximum der Kompressor und Motor abgeschaltet werden. Die weitere Entnahme erfolgt dann wiederum aus dem Speicher (Windkessel und Druckleitung), bis bei einem vorher eingestellten Druckminimum Motor und Kompressor wieder angelassen werden, Betriebsart *II* und *III*. Bei *II* muß der Kompressor gegen den vollen Druck in der Rohrleitung anlaufen, wobei im Anlaßwiderstand ein entsprechender Verlust entsteht. Deshalb wird der Elektroaussetzregler (s. Betriebsart *III*) so ausgebildet, daß der Motor mit dem Kompressor zunächst leer anläuft; erst bei voller Drehzahl setzt die Nutzarbeit wieder ein. Die Elektroaussetzregler, früher zunächst für Schleifringmotoren ausgebildet, wofür auch Abb. 2 gilt, sind auch für Kurzschluß- und Doppelnutmotoren entwickelt. Hiermit arbeitet der Antriebsmotor zwar aussetzend, aber dann stets voll belastet, dabei völlig selbsttätig.

Die Größe des Speichers spielt hierbei eine wichtige Rolle.

Aussetzender und durchlaufender Betrieb. Der Speicherinhalt ist proportional der angesaugten Luftmenge, also der Größe des aussetzend arbeitenden Kompressors. Bei größeren Druckluftanlagen empfiehlt sich daher, für die Grundbelastung einen durchlaufenden Kompressor zu verwenden und ihn durch einen Synchronmotor, für die Spitzen einen zweiten Kompressor aussetzend durch einen Asynchronmotor anzutreiben (s. Abb. 2, *III* a). Die aussetzende Stromentnahme aus dem Netz ist dann erheblich kleiner als bei einem einzigen aussetzend arbeitenden Kompressor. Auch der Speicher kann kleiner



. Betrieb durchlaufend. Inkaufnahme der Leerlaufarbeit des durchlaufenden Kompressors und Motors während der Druckluftentnahme aus dem Speicher. Bei Antrieb durch Synchronmotor Vorteil des voreilenden cos φ gegenüber dem Nachteil der Leerlaufarbeit.

II. Betrieb aussetzend. Keine Leerlaufarbeit während der Entnahme aus dem Speicher. Große Anlaßarbeit bei Wiedereinschalten gegen vollen Luftdruck.

III. Betrieb wie bei *II*; Wiedereinschalten aber bei Leerlauf, daher geringste Anlaßarbeit, Verwendbarkeit der billigen Doppelnutmotoren. Bestes System für kleine Kompressoranlagen.

IIIa. Ein durchlaufender Kompressor für die Grundbelastung mit Antrieb durch Synchronmotor. Spitzenkompressor mit Asynchronmotor aussetzend arbeitend nach Betriebsart *III*. Sehr wirtschaftliches System mit 2 Kompressoren. (Die Anlaßarbeit bei *II*, *III* und *IIIa* ist in Wirklichkeit größer, da die Beschleunigungsarbeit noch zu berücksichtigen ist.)

IV. Durchlaufender Betrieb; selbsttätige Regelung bei konstanter Drehzahl in Stufen von 100, 75, 50, 25 und 0%. Besonders geeignet für große Kompressoren mit Synchronmotorantrieb; vergleiche Schlußbemerkung zu Betriebsart *I*.

Abb. 2. Betriebsdiagramme für elektrisch angetriebene Kolbenkompressoren für verschiedene Betriebsarten *I* ··· *IV*.

sein. Diese Erwägungen sind besonders bei Erweiterungen bestehender Anlagen wichtig.

Durchlaufender Betrieb. Bei großen Kompressoren wird der Motor gekuppelt; wegen des niedrigen cos φ des langsamlaufenden Asynchronmotors tritt der Synchronmotor (s. Abb. 3) in den Vordergrund. Man wählt dann Betriebsart *I* in Abb. 2, wobei der Leerlaufverlust durch die Vorteile des voreilenden cos φ ausgeglichen wird. Neuerdings sind aber Systeme ausgebildet worden, bei denen sich trotz konstanter Drehzahl die an-

Digitized by Google

gesaugte Luftmenge in 4 Stufen, 100, 75, 50, 25 %, selbsttätig (s. Abb. 2, *IV*) regelt. Bei einem elektrischen System dieser Art erfolgt die Regelung bei nur 0,2 at Gesamt-Druckunterschied.

Antrieb von Kreiselkompressoren (Turbokompressoren).

Ihre Eigenschaften sind völlig andere als bei Kolbenkompressoren. Abb. 4 zeigt das Verhalten des Kreiselkompressors bei Antrieb durch einen Drehstrommotor konstanter Drehzahl; bei sinkender Preßluftentnahme geht auch die angesaugte Luftmenge selbsttätig zurück; trotz konstanter Drehzahl regelt sich demnach in einem gewissen Bereich der Kompressor selbst, eine günstige Eigenschaft des Turbokompressors.

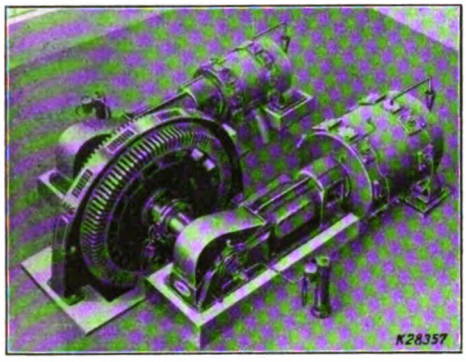
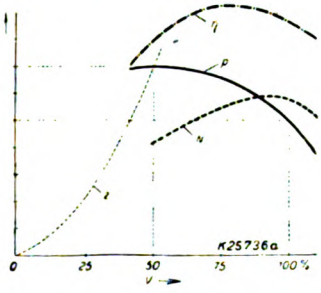


Abb. 3. Liegender, zweikurbeliger Verbundkompressor für 6000 m³/h, 8 atü, angetrieben durch Synchronmotor 550 kW, 187,5 U/min, 6000 V, cos $\varphi = 1$ bei Vollast; Betrieb durchlaufend nach Betriebsart *IV*.

Gemäß Kurve p steigt z. B. der Verdichtungsdruck von 5 at bei 100 % auf etwa 7 at bei 50 % der angesaugten Luftmenge; die Kurve z gibt an, bis zu welcher Luftmenge überhaupt ein geregelter und wirtschaftlicher Betrieb möglich ist. Beim Rückgang der Luftmenge unter die Pumpgrenze beginnt das unerwünschte Pumpen, weshalb der Hilfsauslaß geöffnet werden muß. Hierbei bleibt aber der Leistungsbedarf nahezu der gleiche wie kurz vor der Pumpgrenze.



V angesaugte Luftmenge
p Überdruck der verdichteten Luft
N Leistungsbedarf
η isotherm. Wirkungsgrad
z Pumpgrenze

Abb. 4. Kennlinien eines Kreiselkompressors bei konstanter Drehzahl.

Aussetzender Betrieb. Abb. 4 zeigt, wie der aussetzende selbsttätige Betrieb herbeigeführt werden kann. Beim Rückgang des Preßluftverbrauches erfolgt eine Aufspeicherung der Preßluft im Speicher, wobei der Preßluftdruck bis 7 at ansteigt. Kurz vor Erreichung der Pumpgrenze bewirkt ein auf das Druckmaximum eingestellter Membranschalter (Druckschalter) die Abschaltung. Bei der weiteren Preßluftentnahme aus dem vorher aufgeladenen Speicher sinkt der Druck der Preßluft, bis bei 5 at der Membranschalter den Kompressormotor wieder anläßt. Dieser aussetzende Betrieb ähnelt der Betriebsart *III* in Abb. 2; er ist deshalb so wirtschaftlich, weil die verdichtete Luft bei bestem Wirkungsgrad erzeugt und aufgespeichert wurde und in den Stillstandszeiten wieder abgegeben wird.

Abb. 5 zeigt eine derartige, 1924 erbaute Anlage in einer Schiffswerft mit 2 Kreiselkompressoren, angetrieben über Zahnradvorgelege durch je einen aus einem Elektrizitätswerk gespeisten 6000 V-Motor. Kreiselkompressoren wurden gewählt, weil sie ölfreie Luft fördern, die durch die Abgase der Glühöfen kostenlos auf 250 ° C erwärmt und dadurch im Verhältnis der absoluten Temperaturen in ihrer Arbeitsfähigkeit gesteigert wird. Die Anlage dient zur Preßluftversorgung der Gießerei, der von Dampf auf Preßluft umgestellten Hämmer und einer großen Schmiedepresse.

Durchlaufender Kreiselkompressor mit selbsttätiger Regelung auf konstanten Druck. Will man bei rückgehender Preßluftentnahme den Druckanstieg gemäß Kurve p in Abb. 4 vermeiden, also konstanten Luftdruck erzeugen, so erreicht man dies durch entsprechendes Schließen der Saugklappe. Selbsttätig erzielt man dasselbe, wenn man den Handbetrieb der Saugklappe durch einen Elektroantrieb ersetzt. Dieser erhält seine Stromimpulse in Abhängigkeit von den

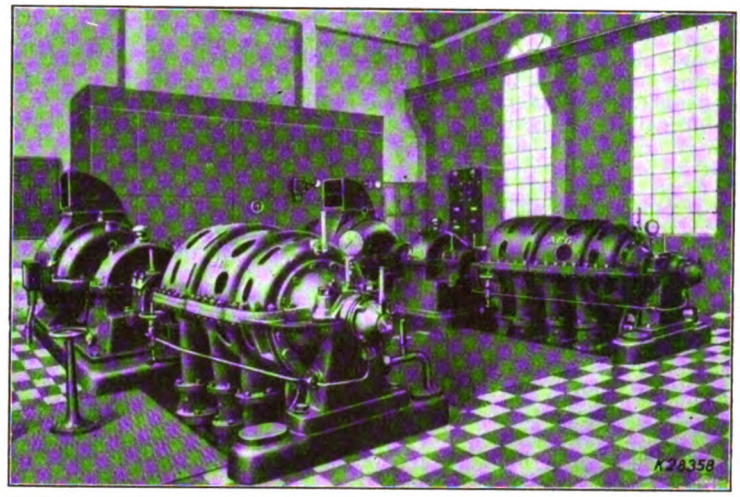


Abb. 5. Selbsttätig arbeitende Druckluftzentrale einer Schiffswerft. Ausschaltdruck 10, Einschaltdruck 8 atü. Die Kreiselkompressoren verdichten ölfreie Luft, die durch Abgase der Glühöfen auf 250° erwärmt wird.

Druckänderungen (Kurve p) durch ein an die Druckleitung angeschlossenes Kontaktmanometer und einen Regler. Die durch ein Kontaktwerk geregelte Schließbewegung der Saugklappe dauert nur wenige Sekunden und wird dann unterbrochen; das Spiel wiederholt sich, bis die Luftentnahme konstant bleibt. Abb. 6 zeigt einen derarti-

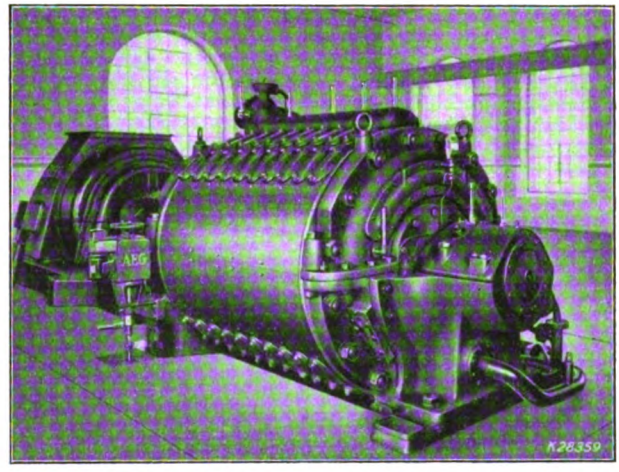


Abb. 6. Elektrisch angetriebener Kreiselkompressor; angesaugte Luftmenge 25 000 m³/h, 6 atü. Selbsttätige Regelung auf konstanten Druck. Links am Kompressor Elektroantrieb zur Verstellung der Saugklappe, rechts freistehend (im Bilde nicht sichtbar) zur selbsttätigen Öffnung des Hilfsauslasses bei Erreichung der Pumpgrenze.

gen Kompressor, der bei konstanter Drehzahl von 0 bis 100 % völlig selbsttätig arbeitet. Dieses System ist dann zu empfehlen, wenn bei hoher Grundbelastung die Pumpgrenze nur selten oder kurzzeitig unterschritten wird. Bei dieser Betriebsart ist zum Antrieb auch ein Synchronmotor geeignet.

Durch Vereinigung der beiden vorgenannten Systeme lassen sich die Vorteile beider ausnutzen[1]. Man arbeitet z. B. von 100 bis 60 % der angesaugten Luftmenge mit konstantem Druck, hört bei 60 % mit dem weiteren Schließen

[1] R. Rückert, Elektr. im Bergb. 1932, H. 5.

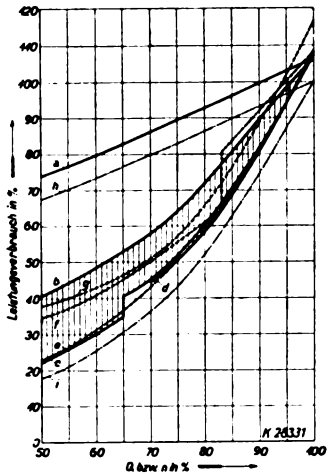
Digitized by Google

der Saugklappe auf, so daß nun der Druckanstieg der Preßluft beginnt, der nach Anstieg um etwa 1 atü den Kompressor zum Stillstand bringt, also die weitere wirtschaftliche Preßluftentnahme aus dem Speicher herbeiführt.

Zur Speisung von Druckluftnetzen mit stark wechselnder Entnahme können demnach auch Kreiselkompressoren mit konstanter Drehzahl in wirtschaftlicher Weise betrieben werden.

2. Beispiele.

Die größten Lüfter sind die Hauptschachtlüfter in Kohlenbergwerken, für deren Antrieb schon Motoren bis zu 2500 PS gebaut wurden. Da die Grubenlüfter Tag und Nacht durchlaufen, aber nicht immer die volle Wettermenge liefern brauchen, z. B. bei geringerer Belegschaft, an Feiertagen usw., so bringt gegenüber der Widerstandsregelung die verlustlose Drehzahlregelung beachtliche Ersparnisse. In Abb. 7 ist der



a Drosselung (n = konst.)
b Widerstandsregelung
c untersynchrone Kaskadenregelung
d Doppelzonenregelungen
e Gleichstrom-Nebenschlußmotor
f 2 Induktionsmotoren für abwechselnden Bedarf
g Leonard-Schaltung
h Leistungsbedarf bei Drosselung (n = konst.)
i Leistungsbedarf bei Drehzahlregelung

Abb. 7. Leistungsverbrauch von Grubenlüftern bei verschiedenartiger Regelung, bezogen auf den Vollastbedarf.

Leistungsverbrauch verschiedener Regelsysteme dargestellt, wobei eine Motorleistung von 750 kW bei etwa 250 U/min zugrunde gelegt ist. Die größte Ersparnis gegenüber der Widerstandsregelung *b* wird bei den Kaskadenschaltungen *c* und *d* erreicht; es rührt dies daher, daß die Hintermaschinen nur für die Regelleistung zu bemessen sind, der Leonard-Umformer dagegen für die Gesamtleistung. Ein weiterer Vorteil der Kaskadenschaltungen ist, daß der Vordermotor ein normaler Induktionsmotor bleibt und der cos φ auf 1 gebracht werden kann; die Regelung ist ohne Schwierigkeiten um etwa 35 %, durch eine besondere Kombination noch darüber hinaus möglich.

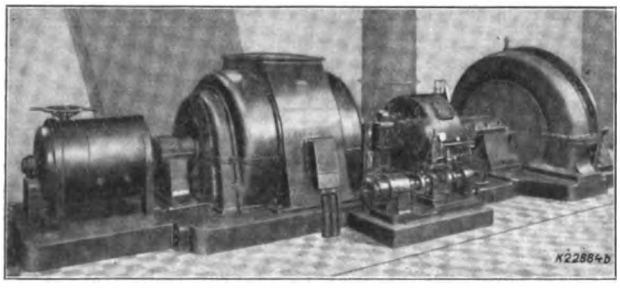
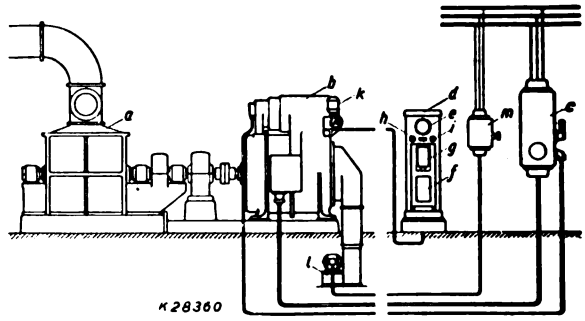


Abb. 8. Hochofengebläse, 1400 m³/min, 0,9 atü, angetrieben über Zahnradvorgelege durch Asynchronmotor, 3400 PS, 1485 U/min. Regelungschleifringe außenseitig und mit Schutzkapsel für dauernde Drehzahlregelung um 25 % abwärts.

Während große Grubenlüfter früher allgemein direkt von langsamlaufenden Motoren angetrieben wurden, haben die Fortschritte der Zahnradtechnik die Verwendung schnellaufender Motoren begünstigt, wobei die für Wasserhaltungsmotoren genormte Drehzahl von 1500 im Interesse gleicher Motorarten bevorzugt wird. Die Zahnradgetriebe baut man dabei so, daß durch Auswechselung oder Umschaltung der Zahnradpaare zwei verschiedene Grunddrehzahlen des Lüfters erreicht werden. Der endgültige Regelbereich ist oft nicht von vornherein zu übersehen, weshalb vielfach zunächst ein billiger Flüssigkeitsanlasser und erst später die Kaskade zur verlustlosen Regelung beschafft wird, wodurch sich die hohen Anlagekosten dann auf eine Reihe von Jahren verteilen.

Abb. 8 zeigt einen 3400 PS-Asynchronmotor mit außenliegenden Schleifringen zum Antrieb eines Hochofen-Kreiselgebläses, dessen Drehzahl mittels Flüssigkeits-Regelanlassers um 25 % abwärts geregelt wird; der hierbei auftretende Verlust ist aus der schraffierten Verlustfläche (Abb. 7) erkennbar. Vorgesehen ist die spätere Aufstellung einer Kaskade für verlustlose Regelung, wovon bisher aber kein Gebrauch gemacht wurde.

Ein in weiten Grenzen verlustlos und selbsttätig regelbares Kapselgebläse, also mit Charakteristik der Kolbengebläse, ist in Abb. 9 dargestellt. Es dient zur Förderung von Koksgas durch einen Schwefelreiniger; das gereinigte Gas wird vom Ferngaskompressor angesaugt und in die Ferngasleitung gedrückt. Dem in weiten Grenzen regelbaren Ferngaskompressor muß sich das Zubringer-(Kapsel-)Gebläse anpassen. Der Antrieb erfolgt durch einen Drehstrom-Nebenschluß-Kommutatormotor von 120/36 kW bei 600/200 U/min über Zahnräder. Wegen der Aufstellung in explosionsgefährdeten Räumen wird der Motor durch einen außerhalb des Gebäudes stehenden elektrischen Lüfter mit Frischluft so durchspült, daß der Hauptmotor erst nach begonnener Durchlüftung eingeschaltet werden kann, etwaige Funkenbildung am Kommutator daher gefahrlos ist.



a Zubringergebläse
b Drehstrom-Kommutatormotor
c Motorschaltkasten
d Reglersäule
e Membranschalter
f Umschaltrelais zu *e*
g Kontaktgeber
h Anfahrschalter
i Ausschalter
k Elektroantrieb
l Elektrolüfter
m Motorschutzschalter

Abb. 9. Zubringer-Kapselgebläse zum Befördern von Koksgas durch einen Schwefelreiniger. Angesaugte Gasmenge 6000 ··· 18 000 m³/h gegen 1500 mm WS. Drehstrom-Nebenschluß-Kommutatormotor 120/36 kW bei 600/200 U/min. Selbsttätige Regelung in Abhängigkeit vom Gasdruck hinter dem Reiniger.

In Fällen, in denen sich die Belastung sehr schnell ändert, werden Eilregler verwendet, die eine geringe Verstellzeit zulassen, stets eingriffsbereit sind, außerdem mit Rückführung arbeiten.

Materialförderung auf pneumatischem Wege. Hierbei handelt es sich darum, Material bestimmter Eigenschaften in Rohren mit Hilfe von Saug- und Druckluft zu fördern. In Betracht kommen Schüttgüter, also körnige Massengüter, z. B. Getreide aller Arten, die nicht kleben und keinen zu großen Feuchtigkeitsgehalt besitzen. Um diese Körper, die spezifisch schwerer als Luft sind, möglichst wirtschaftlich zu fördern, muß ihnen mindestens eine Geschwindigkeit erteilt werden, bei der ihr Gewicht im Gleichgewicht steht mit dem Ablenkungsdruck, der von der Luft auf den Körper ausgeübt wird. Wird die sogenannte Schwebegeschwindigkeit überschritten, so setzt die Förderung ein.

Je nach Form und Größe des zu fördernden Materials und dessen spezifischem Gewicht sind verschiedene Strömungsgeschwindigkeiten, also Fördermengen, erforderlich. Eine wichtige Rolle spielt deshalb das Mischungsverhältnis.

Für die Förderluft werden meist Saug- bzw. Druckkolbengebläse verwendet; ist die erforderliche Luftmenge bzw. Geschwindigkeit richtig berechnet, so ist eine Drehzahlregelung nicht erforderlich. Will man trotzdem die Drehzahl ändern können, so läßt sich bei Gleichstrom durch Wahl eines reichlichen Motors innerhalb des durch Nebenschlußregelung erzielbaren wirtschaftlichen Regelbereichs jede beliebige Drehzahl ohne weiteres einstellen; bei Drehstrom würde der Drehstrom-Kommutatormotor mit Nebenschluß-Kennlinie zu wählen sein.

Digitized by Google

Dienen jedoch Kreiselgebläse zur Förderung der Luft, so muß eine selbsttätige Regelung erfolgen, da bei absinkender Druckhöhe, z. B. Lufteintritt durch freiliegende Saugrüssel, die geförderte Luftmenge und damit der Leistungsbedarf des Gebläses so stark ansteigen, daß eine Überlastung des Antriebsmotors eintritt. Die Regelung muß also auf konstante Luftmenge erfolgen, die entweder durch Drosselung, Drehschaufelverstellung oder Drehzahländerung erzielt werden kann. Der vorliegende Betrieb stellt nur geringe Anforderungen an die Regeleinrichtung, so daß meist schon die einfache Kontaktsteuerung in Abhängigkeit vom Differenzdruck an einer in der Saugleitung eingebauten Düse oder Blende genügt.

Man erkennt auch hier wieder, daß die Verschiedenheit der Arbeitsweise der angetriebenen Maschinen — Kolben- oder Schleuderrad-(Kreisel-)Wirkung — für den elektrischen Antrieb von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Die elektrische Ausrüstung der Elektrowerkzeuge.

Von Dr.-Ing. **Hans Fein**, Stuttgart.

Die Antriebsmotoren.

Zu den Anforderungen an die Motoren für Elektrowerkzeuge gehören: hohe Überlastbarkeit, geringes Gewicht, kleine Außenmaße und deren Anpassung an den Verwendungszweck des Werkzeugs. Die Antriebsmotoren bestehen demnach aus hochwertigen Werkstoffen, die voll ausgenutzt werden, und sind etwa 20 ··· 40 % leichter als handelsübliche Motoren. Dazu wird durchweg die höchste Drehzahl des Motors verwendet. Als Werkstoff für Gehäuse und Lager kommt meist nur Leichtmetall, vielfach in Kokillen oder Spritzguß, in Frage, die jedoch infolge der derben, rauhen Beanspruchung genügend reichlich bemessen oder durch Rippen versteift sein müssen. Die Lagerung der Läuferwelle, gewöhnlich aus eingesetztem Chromnickelstahl, erfolgt durchweg in Kugellagern. Die Stanzteile werden gewöhnlich mit Komplettschnitten aus hochwertigem Dynamoblech mit etwa 3,0 ··· 3,6 W Verlust herausgestanzt. Für die Wicklung der sorgfältig mit Isolation ausgelegten Nuten wird doppelt mit Seide oder Baumwolle umsponnener Kupferdraht von geringer Isolationsauftragung verwendet, um den Nutraum bestens ausnutzen zu können und um eine möglichst widerstandsfähige Isolation zu schaffen. Die Tränkung und Trocknung der Wicklungen besitzt eine ausschlaggebende Wichtigkeit, da diese häufig Feuchtigkeit, Dämpfen, Rauchgasen und Ölen ausgesetzt sind.

Abb. 1. Klein-Handbohrmaschine mit Pistolengriff und einer Entrußungsbürste.

Bei Universalmotoren ist der hohen mechanischen Beanspruchung durch die Zentrifugalkraft Rechnung zu tragen, denn dort sind z. B. bei 40 mm Läuferdurchmesser heute Leerlaufdrehzahlen von 14 000 ··· 18 000 U/min üblich, was etwa 29 ··· 35 m/s Umfangsgeschwindigkeit bedeutet. Es müssen daher derartige Wicklungen außer durch den erhärtenden Lack auch noch durch Bandagen geschützt werden. Gerade diese Universalmotoren sind in letzter Zeit durch Drehzahlsteigerung in der Leistung ganz außerordentlich erhöht worden; während früher Leistungen von etwa 60 W bei 3 kg Maschinengewicht einschließlich Vorgelege üblich waren, wiegt heute eine 120 W-Maschine mit einem entsprechenden Vorgelege nur noch 2,5 kg (Abb. 1), was eine Erhöhung der Leistung von 20 auf 50 W/kg bedeutet.

Die Berechnung der Kräfte, die einen solchen Wickelzopf auseinanderziehen, ist außerordentlich schwierig. Ohne Berücksichtigung der festigenden Wirkung des Lacks und des inneren Zusammenhalts der Drahtspulen dürften bei 40 mm Läuferdurchmesser und 15 000 Leerlaufumdrehungen Fliehkräfte von etwa 22 kg, bei 80 mm Dmr. und 8000 U/min solche von etwa 180 kg auf den Umfang des Zopfes wirken, so daß bei dem letztgenannten Anker rechnerisch eine Beanspruchung von etwa 25 ··· 40 kg/mm² im Querschnitt des Bandagendrahtes auftreten dürfte. Es ist deshalb nötig, daß alle Läufer auf besonderen Auswuchtmaschinen statisch und dynamisch ausgewuchtet werden, wobei der Ausgleich durch Zusatzgewichte, durch Anbohren des Lüfterflügels oder durch in die Nuten eingeschobene Messingstücke angebracht wird. Es scheint, als ob heute bei einer Umfangsgeschwindigkeit des Rotors von etwa 30 m/s eine gewisse Beharrung eingetreten wäre, zumal auch der Verwendungszweck eine weitere Steigerung z. Z. nicht verlangt.

Abb. 2. Geblätterte Pole.

Abb. 3. Genutete Ständerbleche.

Eine weitere Forderung ist, daß die Elektrowerkzeuge für fast alle gängigen Stromarten und Spannungen hergestellt werden. Es ergibt sich daraus die Aufgabe, die elektrischen Hauptteile des Motors, wie Läufer und Ständer, für die gebräuchlichsten Stromarten in den Abmessungen gleichzuhalten, damit diese elektrischen Teile mit dem mechanischen Hauptteil austauschbar sind. Es ist dies eine sehr schwere Forderung, wenn man berücksichtigt, daß die erzeugte Leistung ebenfalls überall dieselbe sein soll. Bis vor wenigen Jahren waren Gleichstrommaschinen am meisten verlangt, bei denen der aus Dynamospezialguß bestehende Körper eine verstellbare Bürstenbrille enthielt, doch ist die Verwendung des Gleichstroms in letzter Zeit etwa auf das Verhältnis 1 : 10 zu Drehstrom zurückgegangen. Für Drehstrom ist die Ausführung allgemein der Kurzschlußläufer-Motor, zumal die oberste Grenze für Elektrowerkzeuge bei 2500 W abgegebener Leistung liegen dürfte. Diese Stromart hat vor allen anderen den Vorzug der größeren Unempfindlichkeit und Überlastbarkeit des Elektromotors.

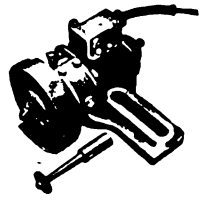


Abb. 4. Supportschleifer mit Aufspannschiene.

Für Einphasen-Wechselstrom sind 2 Ausführungen üblich:

1. der Kurzschlußmotor mit Hilfsphase, dessen Anlauf durch einen 2stufigen Hilfsphasenschalter langsam und vorsichtig zu erfolgen hat; seine Leistung ist um 25 ··· 30 % geringer als die des Drehstrommotors gleicher Größe,
2. der Universalmotor für Gleich- und Einphasen-Wechselstrom, wobei die Einphasenleistung meistens um 10 ··· 30 % niedriger als die Gleichstromleistung liegt. Für kleinere Leistungen sind hier als Ständer ausgeprägte geblätterte Pole (Abb. 2), für größere genutete Ständerbleche (Abb. 3) üblich.

Die obere Grenze für Universalmotoren dürfte heute bei 500 ··· 600 W liegen. Diese Art von Motoren hat sich in letzter Zeit einer ganz besonderen Verbreitung und Einführung erfreut. Beinahe alle kleineren Elektrowerkzeuge, mit Ausnahme der Schleifmotoren, werden mit diesen ausgerüstet und als sog. „Lichtleitungsmaschinen" (zum Anschluß an die Lichtleitung) gerne verwendet.

Verketteter und unverketteter Zweiphasen-Wechselstrom findet sich selten. Sofern keine Universalmotoren angeschlossen werden, kommen besondere Wicklungen entsprechend den Drehstromausführungen mit Kurzschlußläufer in Frage.

Digitized by Google

Anschlußmaterial.

Besonderer Wert ist bei Elektrowerkzeugen, hauptsächlich im Wettbewerb mit Preßluft, auf Kabel, elektrische Anschlußgeräte und Schalter zu legen, da etwa 60 bis 80 % aller Störungen dort ihren Ursprung haben. Nach Auswahl eines guten, haltbaren Kabels und einwandfreier kräftiger Stecker und Kupplungen müssen diese gegen Überfahren, Stoß und Knick, z. B. auf dem Boden durch Schutzbrücken, gesichert werden, da diese Geräte sonst täglich im rauhen Betrieb gequetscht und beschädigt werden.

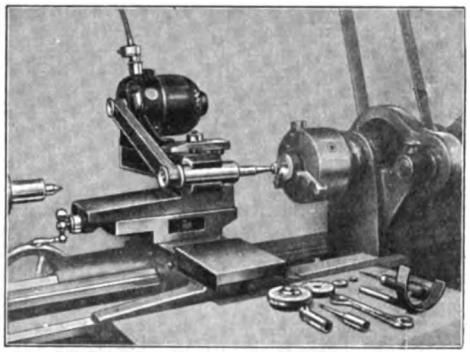


Abb. 5. Schleifbock mit Universalmotor und Schleifgriffel beim Innenschliff.

Am besten ist immer eine Kabelzuführung von oben her, so daß die Kabel nicht auf der Werkbank oder auf dem Boden liegen bleiben. Für die Schalter, die von einem Haltegriff der Maschine aus betätigt werden können, gibt es eine ganze Anzahl zweckentsprechender Konstruktionen. Bei Klein-Handbohrmaschinen wird durch das Niederdrücken des Handgriffrückens (vgl. Abb. 1) der Stromkreis geschlossen, beim Loslassen reißt der Kontakt durch Federkraft so schnell ab, daß kein Flammenbogen entstehen kann. Durch dieses selbsttätige Abschalten ist der Arbeiter auch bei Unachtsamkeiten völlig gesichert, doch kann der Schalter im Handgriff bei Bedarf auch durch einen Druckknopf festgestellt werden, der beim geringsten Druck auf den Schalthebel selbsttätig auslöst. Bei Schaltern, die größere Maschinen spannungslos zu machen haben, die also je nach der Stromart 2, 3 oder 4 Zuleitungen gleichzeitig unterbrechen müssen, sind 6 Anschlüsse einschließlich dem des Umschalters auf einer rechteckigen Klemmfläche so vereinigt, daß der Schalter bei entsprechender Schaltung für alle Stromarten verwendet werden kann. Auf diese Weise ist der Hebelschalter (vgl. Abb. 9) durchgebildet, der beim Loslassen des Handgriffs die Maschine außerdem selbsttätig abschaltet. Am Handgriff befindet sich zur Änderung der Drehrichtung außerdem ein drehbarer Aufsatz mit Griffrillen, der aber infolge einer eingebauten Hemmung nur bei Stillstand der Maschine betätigt werden kann.

Abb. 6. Handschleifer zum Gußputzen am Federzug.

Beispiele.

Als einfachstes Elektrowerkzeug sei der Supportschleifmotor erwähnt, bei dem das eine Wellenende über das Lagerschild zur Aufnahme der Schleifachse herausgeführt ist. Die Welle muß völlig erschütterungsfrei arbeiten und der Motordurchmesser muß kleiner sein als die zu verwendende Schleifscheibe. Dabei darf die Umfangsgeschwindigkeit der Schleifscheibe nicht über das zulässige Maß von 35 m/s bei mechanisch zugeführten und über 25 m/s bei aus freier Hand geführten Schleifgeräten hinausgehen. Dazu müssen derartige Supportschleifmotoren, soweit sie im Innern blanke stromführende Teile besitzen, geschlossen sein, ohne daß dadurch die Maschine stärker und größer bemessen wird. Einen guten Ausweg bilden hier Supportschleifmotoren mit Luftfiltern, die ein Eindringen von Staub verhindern und gleichzeitig ausreichende Wärmeabfuhr gestatten. Je nach der Verwendungsart werden diese Supportschleifmotoren mit Vierkantschaft oder Aufspannschiene (Abb. 4) auf der Drehbank befestigt. Es werden daher Vierkantschaft und Aufspannschiene auswechselbar vorgesehen und zwecks völlig starrer Verbindung wie ein Flansch um das vordere Lager herumgezogen und aufgeschraubt.

Eine andere Verwendungsart der Supportschleifmotoren besteht aus einem Aufspannbock, in dem die fein gelagerte Schleifspindel durch einen weichen nahtlosen Antriebsgurt angetrieben wird (Abb. 5). Die Vorzüge eines solchen Schleifbocks vor dem unmittelbaren Antrieb von der Motorwelle aus sind: bessere Ausnutzung der Schleifscheibe, bessere Zugänglichkeit an schwierigen Stellen, höhere Genauigkeit infolge kürzeren Einspannens und bessere Spindellagerung, Vermeidung einer Übertragung von Schwing- oder Schnatterbewegung des Antriebsmotors auf die Spindel. — Werden solche Schleifböcke zum Innenschleifen verwendet, so wird die Spindeldrehzahl nach oben durch Verwendung einer größeren Antriebsriemenscheibe gesteigert, und es kommen dabei bis zu 54 000 U/min zustande.

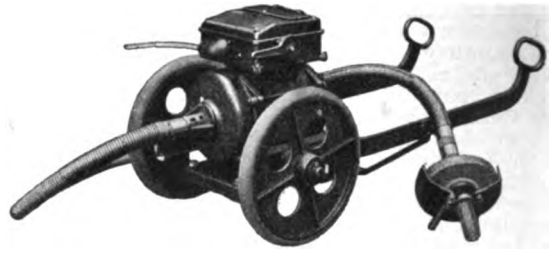


Abb. 7. Fahrbarer Elektrowerkzeug-Motor mit Biegwelle als Schienenschleifgerät.

Noch notwendiger als hier ist die Gewichtsersparnis und damit die Verwendung von Luftfiltern bei Handschleifmotoren (Abb. 6), die aus freier Hand oder mit Gewichtsausgleichzug gehalten werden müssen und die bei völliger Kapselung, weil zu groß und schwer, dem Wettbewerb mit Preßluft sonst nicht standhalten könnten. Dieser Handschleifmotor mit verlängertem Halslager hat durch seinen übersetzungslosen Antrieb den Vorzug größerer Haltbarkeit und besseren Wirkungsgrades vor dem Antrieb durch Biegwelle, dessen Beweglichkeit und Handlichkeit dagegen bei gewissen Arbeiten unersetzlich ist.

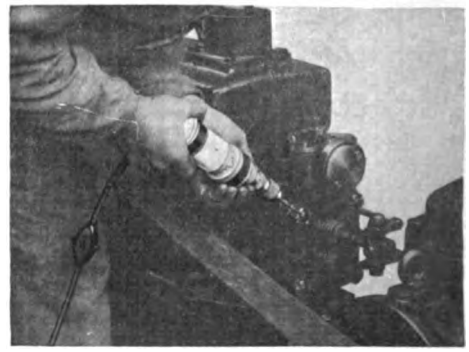


Abb. 8. Einhand-Bohrmaschine.

Bei allen Schleifgeräten, auch bei den durch Biegwelle angetriebenen kann die Antriebsleistung nicht kräftig genug bemessen sein, weshalb auch bei diesen nur Elektrowerkzeug-Motoren den Antrieb bilden sollen. Als Beispiel für Hochleistung mit der Biegwelle sei das Überschleifen von Schienenstößen (Abb. 7) erwähnt.

Bei den Tisch- und Ständerschleifmotoren werden die Motorwellen nach beiden Seiten zu verlängert, so daß 2 Schleif-, Polierscheiben oder Bürsten u. dgl. verwendet werden können. Vor den Schleifscheiben können Auflagen zum Schleifen von Sonderwerkzeugen oder Spiralbohrern angebracht werden.

Digitized by Google

Die bekanntesten Vertreter der Elektrowerkzeuge sind die elektrischen Handbohrmaschinen, die in allen Größen für die mannigfaltigsten Zwecke gebaut werden. Bei ihnen ist das Antriebslager des Motors gleichzeitig als Lager für ein mehrfaches Vorgelege mit Stirnrädern ausgebaut. Die kleinsten Einhand-Bohrmaschinen mit 1,1 ··· 1,3 kg Gewicht und einer Leistung von etwa 20 W können von einer Hand umfaßt, gehalten und bedient werden (Abb. 8). — Am verbreitetsten sind Handbohrmaschinen für 6 ··· 12 mm Bohrleistung mit Pistolenhandgriff und dem bereits erwähnten eingebauten Griffschalter, der beim Loslassen selbsttätig abschaltet (Abb. 1).

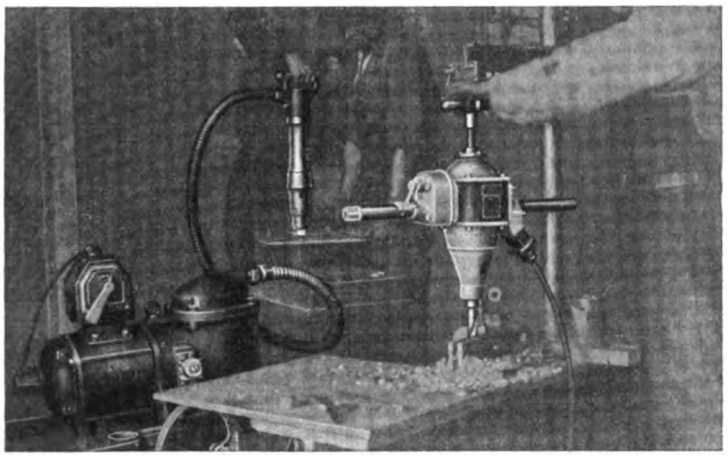


Abb. 9. Hochleistungs-Handbohrmaschine mit Zuspannschraube, dahinter elektropneumatischer Fein-Hammer.

Handbohrmaschinen mittlerer Größe haben seitliche Handgriffe und Brustplatte. Bei Leistungen über 15 mm Bohrdurchmesser reicht der mit der Körperkraft ausgeübte Anpressungsdruck im allgemeinen nicht mehr aus, so daß Zuspannwinkel mit Zuspannschraube benötigt werden (Abb. 9). Eine Abart bilden Handbohrmaschinen mit mehreren Geschwindigkeiten, bei denen verschiedene Bohrspindeln nebeneinander oder winklig herausgeführt sind oder bei denen eine Bohrspindel durch Drehen des Bohrkopfes verschiedene Wechselräder mit einer Innenverzahnung in Eingriff bringt (Abb. 10).

Abb. 11. Motor-Handkreissäge mit Tiefeneinstellung.

Die größten Handbohrmaschinen für Leistungen bis zu etwa 2,5 kW haben 4 lange seitliche Handgriffe, um das Drehmoment aufzunehmen, z. B. bei den Eindrehmaschinen des Gleisbaues.

Aus diesen Handbohrmaschinen wurde nun noch eine Anzahl Sondermaschinen entwickelt, wie z. B. leichte und schwere Elektroschraubenzieher, Gewindeschneidmaschinen, Ventileinschleifmaschinen mit hin- und hergehender Bewegung u. dgl. m., die ihre eigenen Arbeitsgebiete besitzen. Häufig werden auch die ortsbeweglichen Maschinen durch Tischbohrständer oder Einspannvorrichtungen in ortsfeste Werkzeugmaschinen verwandelt (vgl. Abb. 10). Diese Kleinmaschinen sind nach einem Baukastensystem derartig austauschbar, daß auf den Motor mit Schalter als Grundteil Bohrköpfe für verschiedene Bohrdurchmesser, Gewindeschneidköpfe, Schraubenziehköpfe u. dgl. aufgesetzt werden können. Es ergibt sich daraus der Vorteil, die elektrischen Hauptteile in großen Mengen herstellen zu können und diese dann als fertiges Erzeugnis je nach Bedarf mit verschiedenen Arbeitsköpfen wahlweise zusammenzubauen.

In ähnlicher Weise sind die Motor-Handkreissägen gebaut (Abb. 11), wobei sich Sägeblatt und Läufer des Motors in derselben Ebene bewegen. Über das Sägeblatt greift eine Schutzvorrichtung, die beim Abheben der Säge vom Werkstück selbsttätig über das Sägeblatt klappt, so daß ein Greifen in das umlaufende Sägeblatt nicht möglich ist und auch für die mechanische Sicherheit

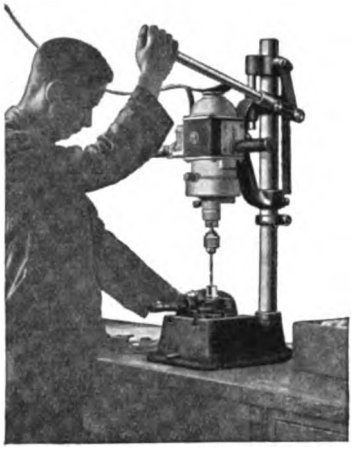


Abb. 10. Dreigangmaschine im Tischbohrständer, ortsfest.

gesorgt ist. Die Schnittiefe ist durch Anschläge einstellbar. Wie mit dem Vorgelege von Handbohrmaschinen u. dgl., so werden elektrische Werkzeugmotoren auch mit Luftkompressoren zu Reifenpumpen u. dgl. zusammengebaut; in ähnlicher Weise mit Holzhobeln, Holzfräsen, Elektroscheren, Elektrogebläsen, Tischbohrmaschinen. Elektrowerkzeug-Motoren werden gerne verwendet als Sonderantriebe für Staubsauger, Blocker, Näh- und Rechenmaschinen (Abb. 12), Haushaltgeräte, Wasserpumpen u. dgl.

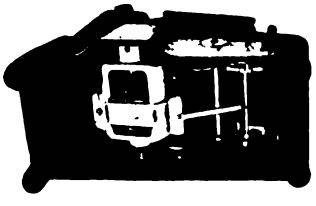


Abb. 12. Eingebauter Rechenmaschinenmotor.

Abb. 13. Elektro-Rohrsäge zum Zerschneiden von Rohren.

Ein Sondergebiet ist ein elektropneumatisches Schlagwerkzeug, ein Hammer[1] (vgl. Abb. 9), bei dem durch eine Kolbenpumpe eine schwingende Luftsäule erzeugt wird, die über einen Schlauch in einer Schlagpistole den Schlagkolben hin- und herbewegt. Man kommt dabei mit ganz geringen Drücken und dementsprechend mit wesentlich weniger Kraft als bei Preßluftwerkzeugen aus. Die ganze Anlage ist leicht beweglich wie jeder elektrische Hammer, besitzt aber eine weitaus größere Schlagkraft, z. B. für schwerste Nietleistung, und zeichnet sich durch gute Haltbarkeit und lange Lebensdauer aus, da in der Schlagpistole aus Stahl keinerlei empfindliche Teile der Schlagerschütterung ausgesetzt sind.

Zum Schluß sei noch eine elektrisch betriebene Rohrsäge erwähnt, bei der der wasserdicht gekapselte Motor ein scharfgezahntes Räderwerk außer dem Sägeblatt antreibt, das die ganze Maschine um das abzusägende Wasser- oder Gasrohr herumklettern läßt (Abb. 13).

[1] Vgl. a. ETZ 1929, S. 1037, 1065 u. 1886. D. S.

Digitized by Google

Elektrische Antriebe im Bergbau.

Von Dr.-Ing. C. Roeren, Berlin.

Die Einführung elektrischer Antriebe in den Bergbau bedeutete einen heftigen und scharfen Kampf mit dem Dampfantrieb, da es nicht nur galt, diese gewichtigen und erprobten Maschinen zu verdrängen und durch neuartige, in ihren Kräften und ihrer Wirkungsweise nicht ohne weiteres erkennbare Elektromotoren zu ersetzen, sondern auch die Vorteile dieser Maschinen zu beweisen, die erst den billigen und leicht zu erzeugenden Dampf nach Umformung in elektrische Energie verwerten konnten. Dazu trat noch die Schwierigkeit für die junge Elektrotechnik, Elektromotoren für die großen Leistungen der Hauptmaschinen des Bergbaues herzustellen, von denen eine besondere Sicherheit und Zuverlässigkeit verlangt werden mußte. Schon sehr bald konnten jedoch die vielseitigen, sich im Laufe der Zeit mehr und mehr steigernden An-

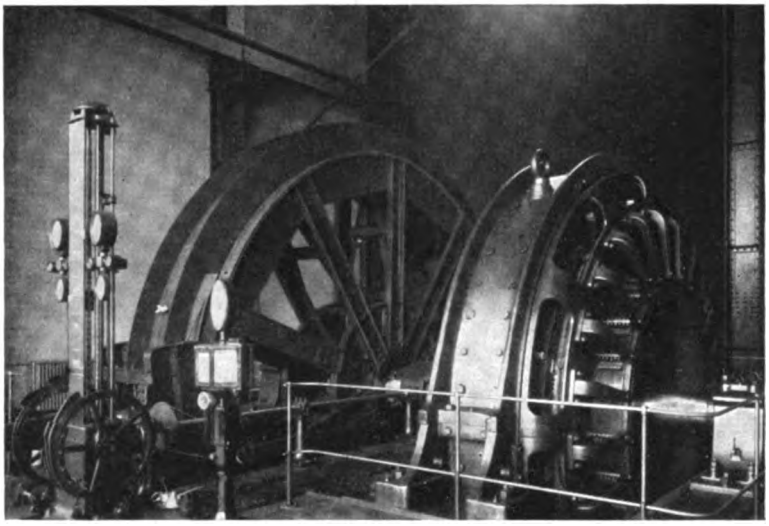


Abb. 1. Treibscheiben-Fördermaschine auf der Zeche Zollverein 12, angetrieben durch einen Gleichstrommotor von 2170 kW Leistung bei 46,5 U/min in Leonard-Schaltung.

sprüche an die Elektromotoren erfüllt werden, so daß sie heute nicht nur gleichberechtigt neben den Dampfantrieben stehen, sondern sich einzelne Gebiete restlos erobert haben.

Die wichtigste Maschine im Bergbau ist bekanntlich die

Fördermaschine,

die nicht mit Unrecht das Herz des Betriebes genannt werden kann. Neben der eigentlichen Förderung werden ihr täglich viele Tausende von Menschenleben anvertraut; selbst kurze Störungen an ihr sind mit großen Verlusten verbunden. Trotz dieser maßgebenden Bedeutung für den ganzen Betrieb wurde der elektrische Antrieb der Fördermaschinen schon sehr früh eingeführt, so daß erst kürzlich zwei von ihnen auf eine 25jährige ununterbrochene Betriebszeit zurückblicken konnten. Ohne eine einzige Instandsetzung förderte die eine von ihnen während dieser Zeit 16 Mill t Kohle, Material und Personen in 4 Mill Zügen.

Allerdings können diese ersten Maschinen in ihrer Leistung nicht mit den neuzeitlichen verglichen werden. Durch die Zusammenlegung der Förderung auf Zentralschächte und das Vordringen des Bergbaues in größere Teufen hat sich die Antriebsleistung der Hauptschacht-Fördermaschinen in den letzten Jahren wesentlich gesteigert. Die leistungsfähigsten Förderanlagen Europas sind wohl die beiden auf der Zeche Zollverein 12 (Abb. 1) in Betrieb genommenen, deren Antriebsmotoren eine Leistung von je 2170 kW bei 46,5 U/min haben. Jeder Motor ist in der Lage, eine Nutzlast von 10,2 t mit einer Geschwindigkeit von 17 m/s aus 750 m Teufe zu fördern; beide Maschinen können in zwei Schichten 12 000 t Kohle zu Tage bringen.

Die Antriebsmotoren sind Gleichstrommaschinen, die von einem Umformer in Leonard-Schaltung gespeist werden, einem Antrieb, wie er meistens im deutschen Bergbau für große Fördermaschinen benutzt wird. Der Vorteil dieser Schaltung liegt darin, daß unabhängig von der Last die Geschwindigkeit der Maschinen von der Steuerhebelauslage bestimmt wird und dadurch eine große Sicherheit in der Steuerung gegeben ist. Im Auslande ist man dazu übergegangen, auch Drehstrommotoren für den Antrieb von großen Fördermaschinen zu verwenden. Sie sind in ihrer Anschaffung billiger, haben sich aber in Deutschland lediglich für kleinere und mittlere Maschinen durchsetzen können, obgleich durch Verbesserung der Steuergeräte und Sicherheitseinrichtungen gegen ihre Verwendung auch für große Maschinen keine grundsätzlichen Bedenken mehr bestehen. Die Gehäuse der Fördermotoren und der Umformer werden neuerdings auch aus Walzstahl verfertigt.

Weitere Hauptmaschinen für den Bergbau sind

Kolben- und Turbokompressoren

zur Erzeugung von Druckluft[1], bei denen der Dampfantrieb lange Zeit vorherrschte. Jetzt verwendet man zum Antrieb dieser Arbeitsmaschinen vielfach Asynchronmotoren, die unmittelbar mit den Kompressoren zusammengebaut sind oder diese über ein Getriebe antreiben. Bei Kolbenkompressoren wird der Läufer des Motors auf die Kurbelwelle gesetzt und die erforderlichen Schwungmassen in ihm untergebracht. Die Leistung derartiger Kompressoren ist bis auf 2000 kW gesteigert worden bei einer Drehzahl von etwa 107 ··· 150 U/min je nach der Größe. Für die mit der Steigerung der Leistung der Gruben und der Einführung von Druckluftantrieben erforderlichen großen Druckluftmengen setzten sich dann die Turbokompressoren durch, deren Drehzahl bei 3000 U/min und darüber liegt.

Die größten Turbokompressoren mit unmittelbarem elektrischen Antrieb, die in den letzten Jahren in Deutschland gebaut wurden, verdichten je 80 000 m³/h Frischluft auf einen Enddruck von 9 at abs. bei 3060 U/min und benötigen hierfür eine Antriebsleistung von je 7000 kW (Abb. 2). In diesem besonderen Falle waren Synchronmotoren für Selbstanlauf mit Teilspannung gewählt, da die Maschinen gleichzeitig zur Verbesserung des Leistungsfaktors herangezogen werden mußten[2].

Weiter sind als lebenswichtige Betriebe im Bergbau, die in ununterbrochenem Tag- und Nachtbetrieb durchlaufen müssen,

Gassauger, Lüfter und Wasserhaltungen

zu nennen. Auch hier muß die unbedingte Betriebsicherheit der Motoren gewährleistet sein. Dazu kommt, daß sie meistens in explosions- oder schlagwettergefährdeten Räumen stehen und deshalb in gekapselter, schlagwettergeschützter Ausführung oder als Durchzugstypen mit Frischluftzuführung ausgeführt werden müssen. Auf Grund langjähriger Erfahrungen konnten entsprechende Maschinen geschaffen werden, die diese vielseitigen und schweren Bedingungen erfüllten und sich im Betriebe durchaus bewährt haben. Die Motoren sind, sofern die Energiequellen die Einschaltstöße aufnehmen können, bis zu 600 kW Leistung mit Kurzschlußläufer ausgeführt. Es sind jedoch Bestrebungen vorhanden, auch bei größeren Leistungen Kurzschlußläufer zu verwenden.

Werden von diesen Arbeitsmaschinen mit Rücksicht auf die sich im Laufe der Zeit ändernden Arbeitsbedingungen verschiedene dauernde Drehzahländerungen verlangt, wie z. B. bei Grubenlüftern[1], so werden die Motoren polumschaltbar ausgeführt, oder aber die Drehzahl der Arbeitsmaschinen wird bei gleichbleibender Motordreh-

[1] Vgl. S. 1000 dieses Heftes.
[2] Vgl. W. Grun, Z. VDI Bd. 77, S. 691 (1933).

Digitized by Google

zahl durch Auswechselung zwischengeschalteter Riemen-, Seil- oder Zahnradtriebe verändert.

Wird bei Lüftern oder auch bei Brikettpressenantrieben und Kompressoren für Ferngasversorgung eine feinstufige Regelung der Drehzahl verlangt, so muß elektrisch regelbarer Antrieb verwendet werden. Im allgemeinen genügt hierfür der Schleifringläufer-Motor mit Widerständen, wenn auf die genaue Einstellung der Drehzahl kein großer Wert gelegt wird. Diese Anordnung genügt aber wegen des Hauptstromverhaltens des Schleifringläufer-Motors nicht für drehzahlempfindliche Arbeitsmaschinen mit starken Leistungschwankungen. Hier werden entweder Leonard-Antriebe oder Regelsätze mit mechanisch oder elektrisch gekuppelter Hintermaschine verwendet. Bei diesen Antrieben ist die Rückgewinnung freiwerdender Energie möglich. Da solche Maschinensätze aber wegen ihrer hohen Anschaffungskosten lediglich für große Einzelleistungen in Frage kommen, verwendet man bei kleineren und mittleren Leistungen vielfach Drehstrom-Kommutatormotoren, deren Drehzahländerungen durch Bürstenverstellung erreicht werden. Während Drehstrom-Reihenschlußmotoren vorwiegend zum Antrieb von Lüftern verwendet werden, werden Drehstrom-Nebenschlußmotoren zum Antrieb von Röhren- und Tellertrocknern sowie von Schwingsieben und Bunkerentleerungswagen benutzt, da die Drehzahl dieser Maschinen möglichst unabhängig von der Belastung sein muß. Abb. 3 zeigt den Antrieb eines Resonanzschwingsiebes durch einen derartigen Motor.

In neuester Zeit ist für Regelantriebe der gittergesteuerte Gleichrichter in den Vordergrund getreten und scheint sich auch im Bergbau einzuführen[3]. Einzelne Antriebe dieser Art sind jedenfalls schon im Bau.

Neben Großmaschinen haben aber auch die elektrischen

Kleinantriebe

im Bergbau eine maßgebende Bedeutung erlangt. Ihr Verwendungsbereich hat sowohl in den Übertageanlagen — hauptsächlich in den Aufbereitungen und Nebengewinnungsanlagen — als auch in erhöhtem Maße in den Untertagebetrieben zugenommen. So steigerte sich z. B. die Motorenleistung in Kohlenwäschen und Separationen während der letzten Jahre auf etwa 6 ··· 7 kW/t stündlicher Durchsatzleistung, während sie vor 10 Jahren nur etwa 2,2 kW/t betrug. Die Summe der eingebauten Motornennleistung in einer neuzeitlichen Kohlenaufbereitung von 700 t/h Durchsatz beträgt etwa 3000 ··· 4000 kW*[4]. Diese Steigerung ist auf die größere Anzahl der in den Aufbereitungen heute verwendeten Arbeitsmaschinen zurückzuführen, die zur Verbesserung des Endproduktes benötigt werden. Die große Zahl der Maschinen und die damit verbundene räumliche Ausdehnung dieser Anlagen rückten die Vorteile des elektrischen Einzelantriebes in den Vordergrund. Da außerdem durch eingehende Untersuchungen und Messungen an den Arbeitsmaschinen deren Arbeitsbedingungen geklärt wurden, so waren die Grundlagen für neuzeitliche elektrische Antriebe geschaffen. Als zweckmäßig wurde der Kurzschlußläufer-Motor für unmittelbares Einschalten erkannt und mittlerweile eine große Zahl von Bauarten durchgebildet, die sich in ihrem Anzug-, Anlauf- und Kippmoment den Arbeitsmaschinen anpassen. Von diesen Bauarten hat sich besonders der Wirbelstromläufer-Motor eingeführt, der die Betriebsbedingungen der meisten Antriebe erfüllt. Er kann bei richtiger Auslegung für alle vorkommenden Arbeitsmaschinen benutzt werden, die keine dauernde betriebsmäßige Drehzahlregelung verlangen.

Wegen seines günstigen Anlaufmomentes wird vor allen Dingen ein sanfter und stoßfreier Anlauf der Arbeitsmaschinen erreicht, wie sich sogar bei Rangier-

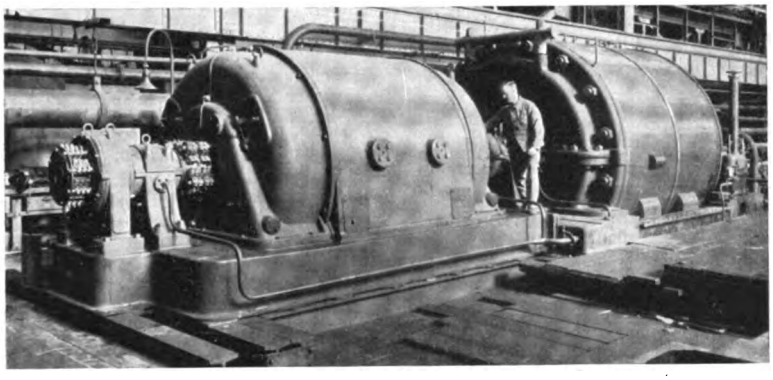


Abb. 2. Turbokompressor für 80 000 m³/h angesaugte Luftmenge, 9 at abs., mit Drehstrom-Synchronmotor 7000 kW, 3060 U/min, 10 500 V, 52 Per/s.

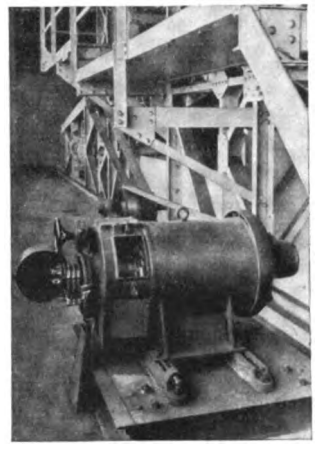
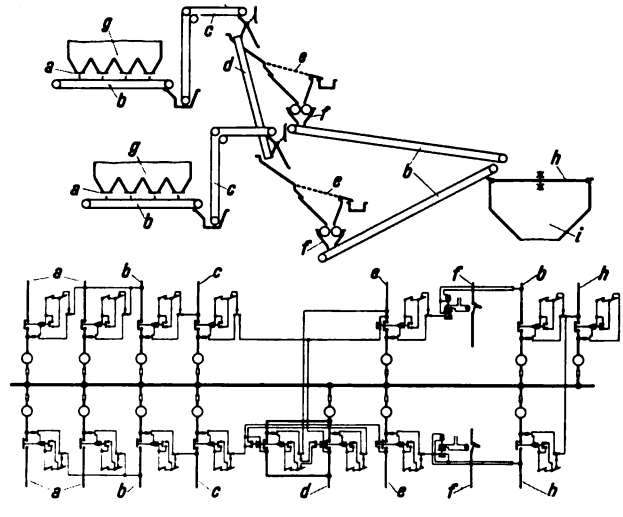


Abb. 3. Antrieb eines Resonanzschwingsiebes, Bauart Schieferstein, durch einen Drehstrom-Nebenschlußmotor.

winden, aussetzenden Kettenbahnen und gekrümmten Bändern gezeigt hat. Ferner ist die große Wärmeaufnahmefähigkeit des Wirbelstromläufers für manche Antriebe mit häufigen oder langen Anlaufzeiten von wesentlicher Bedeutung. Kettenbahnen, die 75mal in der Stunde unter Vollast ohne Zwischenschaltung von Rutsch- oder



a Abstreichteller *b* Gurtbänder *c* Becherwerke *d* Querband *e* Siebe *f* Hammermühlen *g* Aufgabebunker *h* Verteilerteller *i* Aufnahmebunker

Abb. 4. Schaltbild einer Kohlenmahl- und -mischanlage mit elektrischer Verriegelung zur Überwachung des ungehinderten Kohlendurchlaufes.

Fliehkraftkupplungen anlaufen mußten, ebenso Zentrifugen mit einer Anlaufzeit von 65 s wurden durch Wirbelstromläufer-Motoren angetrieben, ohne daß eine übermäßige Erwärmung eingetreten wäre.

Kurzschlußläufer-Motoren für unmittelbares Einschalten und Fernsteuerung haben erst die wirtschaftliche Zusammenfassung und einheitliche zentrale Steuerung hintereinander geschalteter Arbeitsmaschinen möglich ge-

[3] Vgl. S. 987 dieses Heftes.
[4] Vgl. C. Körfer, Glückauf 1932, S. 1039.

Digitized by Google

macht, selbst wenn sie räumlich weit voneinander entfernt und durch Becherwerke oder Förderbänder miteinander verbunden sind (Abb. 4). Bei diesen Bedingungen ist eine einwandfreie Betriebsführung nur dadurch zu erreichen, daß man die Antriebe gegeneinander verriegelt und außerdem durch Leuchtbilder (Abb. 5) einen Überblick über ihren Betriebszustand schafft. Die Leuchtbilder geben eine grundsätzliche Darstellung über den Lauf des Fördergutes und zeigen durch das Aufleuchten der verschiedenen Sinnbilder an, welche Teile der Anlage in Betrieb sind. Sie können auch als Befehlstelle ausgebildet werden derart, daß der Betriebszustand der Gesamtanlage im Leuchtbild eingestellt und von dieser Stelle der ordnungsmäßige Anlauf sämtlicher Elektromotoren gesteuert wird. Sie zeigen weiter an, an welcher Stelle der Betrieb unterbrochen ist, so daß in kürzester Zeit Störungen durch Einschaltung einer Umgehung beseitigt werden können.

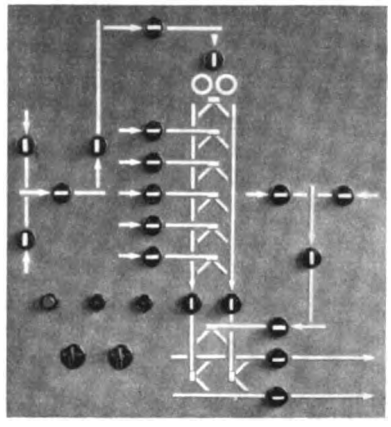


Abb. 5. Befehlstelle mit Leuchtbild für eine Förderbandanlage.

Es sei noch kurz auf die Ausführung der elektrischen Kleinantriebe eingegangen. Die starke Staubentwicklung und das Vorhandensein von Feuchtigkeit, Dämpfen und Gasen machte die Verwendung des gekapselten und oberflächengekühlten Motors erforderlich. Die Verwendung von hitzebeständigen Isolierstoffen und Sonderisolation für die Wicklungen hat die Betriebsicherheit dieser Maschinen weiter gesteigert.

Da die Motoren meist über Zwischengetriebe die Arbeitsmaschinen antreiben, hat man die Getriebe entsprechend den mannigfaltigen Erfordernissen durchgebildet und sie entweder den Motoren oder den Arbeitsmaschinen angepaßt. Neben freistehenden sind Flanschgetriebe entwickelt worden, die mit dem Motor organisch verbunden sind, oder sie sind in die Arbeitsmaschinen eingebaut. In einzelnen Fällen ist man auch dazu übergegangen, den Motor fliegend an das Getriebe anzuflanschen, wodurch zweckmäßige und raumsparende Anordnungen erreicht wurden.

Mit der Einführung der Elektrizität in die

Untertagebetriebe

ist auch dort der elektrische Antrieb in schnellem Steigen begriffen. Er wird nicht nur für Haspel, Kettenbahnen, Schüttelrutschen, Schrämmaschinen usw. verwendet, sondern es hat sich in den letzten Jahren ein Sonderantrieb herausgebildet, die Elektrorolle, deren Verwendung unter Tage besondere Vorteile bietet. Sie wird hauptsächlich für Gummi- und Stahlbänder, Seilförderer, Schräg- und Senkrechtförderer verwendet, da sie sich hier auf einfachste Weise einbauen läßt. Der Antriebsmotor, meistens ein Wirbelstromläufer, befindet sich mit seinem Getriebe innerhalb der Bandrolle, so daß damit den beschränkten Raumverhältnissen unter Tage in weitestgehendem Maße Rechnung getragen wird. Ein weiterer betriebstechnischer Vorteil liegt noch darin, daß diese Motoren je nach den Betriebsbedingungen teils als Antrieb, teils als Bremse wirken. Da sich die Elektrorollen im Untertagebetrieb außerordentlich bewährten, ist man dazu übergegangen, sie auch über Tage bei schwierigen Raumverhältnissen zu benutzen.

Wie aus den vorstehenden Ausführungen hervorgeht, hat der elektromotorische Antrieb sich trotz der schwierigen Bedingungen infolge seiner außerordentlichen Anpassungsfähigkeit im Bergbau durchgesetzt und ist auch der schnellen Entwicklung der Bergbaubetriebe gefolgt. Nur so konnte er die maßgebende Bedeutung gewinnen und zur Lösung vieler Aufgaben beitragen, die mit anderen Mitteln nicht hätten erreicht werden können.

Der elektrische Antrieb in Hüttenwerken.

Von Obering. H. Bauer, Mannheim.

Ganz allgemein kann gesagt werden, daß die elektrotechnische Industrie einen ausschlaggebenden Anteil an den in den letzten Jahren erreichten Fortschritten der Hüttenwerkseinrichtungen genommen hat. Es wurden zahlreiche Sonderkonstruktionen von elektrischen Maschinen und Steuerungen geschaffen, die manchmal wahre Umwälzungen in den Arbeitsgang der Hüttenwerke gebracht haben. Der Antrieb von Walzenstraßen wurde weiter entwickelt unter dem Gesichtspunkt, alle kraftverzehrenden Zwischenglieder auszuschalten und einen elektrischen Antrieb zu schaffen, der sich den Betriebsverhältnissen weitestgehend anpaßt. Um die schweren Kammwalzgerüste zu vermeiden, werden die Walzen einer Duo-Blockstraße unmittelbar durch Gleichstrommotoren angetrieben (Abb. 1), die natürlich mit einem gegenüber der normalen Ausführung stark verkleinerten Durchmesser gebaut werden mußten, um es zu ermöglichen, die Antriebswelle für die Oberwalze am Gehäuse des Motors für die Unterwalze vorbeiführen zu können.

Die Notwendigkeit, Walzdraht in größeren Längen als früher üblich herstellen zu müssen, führte zwangsläufig zu einer bedeutenden Erhöhung der Walzgeschwindigkeit. Der Walzdraht würde sonst durch die verlängerte Walzdauer zu stark abkühlen, wodurch es unmöglich wäre, ein einwandfreies Erzeugnis zu erhalten. Um es zu ermöglichen, Walzdraht von 5 mm Dmr. mit einer Geschwindigkeit von 22 m/s auswalzen zu können, war es erforderlich, bis zu acht Antriebsmotoren in Gleichlauf zu bringen und gemeinsam regeln zu können[1]. Die eigentlichen Drahtgerüste in vertikaler Bauart werden unmittelbar durch aufgebaute Regelmotoren angetrieben. Aber auch die Antriebsmotoren der Drahthaspel müssen an die Drehzahlsteuerung angeschlossen werden, um einen störungsfreien Betrieb des ganzen Walzwerkes zu ermöglichen.

Um den bei Hüttenwerksanlagen meistens sehr schlechten Leistungsfaktor zu heben, ist man mehr und mehr dazu übergegangen, Synchronmotoren besonderer Bauart aufzustellen, die durch eine Käfigläuferwicklung und durch entsprechende Übererregung ein Anzugsmoment von 120 % des Nenndrehmomentes entwickeln, wobei das Kippmoment höher als 200 % des Nenndrehmomentes liegt. Ein gelegentliches Drehzahlumkehren des Motors ist möglich, weshalb er auch für den Antrieb solcher Walzenstraßen geeignet ist, die das verlangen. Motoren dieser Bauart mit 5000 PS Dauerleistung befinden sich seit Jahren in sehr zufriedenstellendem Betriebe.

Für den Antrieb von Gebläsen, Zentrifugalpumpen, Kompressoren jeder Art, Kolbenpumpen und dergleichen[2] ist der Synchronmotor mit großem Vorteil eingeführt worden. Bei großen Leistungen und Drehzahlen von 1500 und 3000 U/min ist er einem Asynchronmotor in jeder Beziehung vorzuziehen. Allerdings hat man in der allerneuesten Zeit die Schwierigkeiten, die beim Betrieb großer schnellaufender Drehstrom-Schleifringläufer-Motoren auftreten können, durch Ausbildung von Motoren mit Kurzschlußläufern besonderer Art teilweise beseitigt. Durch die Form der Stabwicklung und Anordnung der Nuten eines Kurzschlußläufermotors kann man je nach den Betriebsverhältnissen ganz verschiedene Anlaufverhältnisse der Kurzschlußläufermotoren erzielen, entweder ein großes Anzugsmoment für schweren Anlauf oder ein kleines Anzugsmoment bei möglichst geringem Anlaßstrom[3]. Es war sogar möglich, für besondere Zwecke Kurzschlußläufermotoren mit einfachem Anzugsmoment bei dreifachem Kippmoment zu bauen, was allerdings eine Vergrößerung des Motormodelles erfordert.

Man verwendet neuerdings Kurzschlußläufermotoren sogar für Antriebe, die häufig angelassen und umgesteuert werden. In erster Linie sind hier die Einzelantriebe von Rollen in Rollgängen erwähnenswert, die früher durch Kurbeln oder Zahnräder gekuppelt waren und nur einen gemeinsamen Antriebsmotor hatten. Zum

[1] Vgl. S. 988 dieses Heftes.

[2] Vgl. S. 1000 dieses Heftes.

[3] Vgl. S. 997 dieses Heftes.

Digitized by Google

Anpassen an die Walzgeschwindigkeit wurden die Rollenmotoren früher durch Aufstellen eines Frequenzumformers geregelt. Es war dann möglich, vielpolige Motoren

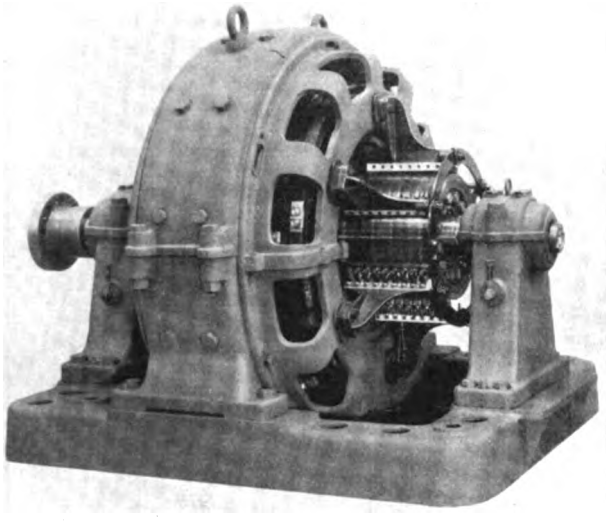


Abb. 1. Gleichstrommotor für Walzwerksantrieb, 880 kW, 660 V, 1560 A, 600 ··· 1200 U/min.

mit besonders kleinem Durchmesser und trotzdem hohem Anzugsmoment zu bauen, die im Innern der Rollen untergebracht werden können. Anderseits hat man die Motordrehzahl durch Zwischenschalten von Getrieben herabgesetzt und kann dann normale billige Motoren verwenden, oder aber durch Widerstandserhöhung des Kurzschlußringes einen größeren Drehzahlabfall bei zunehmender Belastung erreichen. Die dabei im Motor auftretende stärkere Erwärmung kann durch Preßluft abgeführt werden.

Eine große Bedeutung hat auch die Durchbildung von polumschaltbaren Drehstrommotoren mit Kurzschlußläufer erreicht, da für viele Antriebe eine ununterbrochene Drehzahlregelung nicht erforderlich ist, sondern häufig zwei verschiedene Drehzahlen genügen.

Abb. 2 zeigt den Einzelantrieb von Rollen in einem Rollgang durch BBC-Drehstrom-Kurzschlußläufer-Motoren. Polumschaltbare Motoren für vier und mehr Drehzahlen werden aber erheblich teurer als normale Motoren.

Es ist zu erwarten, daß in den nächsten Jahren auf dem Gebiete der Drehzahlregelung[4] von elektrischen Antrieben noch manche Umwälzungen eintreten werden, z. B. durch die zunehmende Einführung von gittergesteuerten Gleichrichtern[5] zur Spannungs- und Frequenzänderung. Bei vielen Hüttenwerksantrieben ist, wie eingangs erwähnt, eine den besonderen Betriebsbedingungen angepaßte elektrische Steuerung des Antriebsmotors erforderlich. Man verwendet zu diesem Zwecke selbsttätig arbeitende Schützensteuerungen, die entweder von Hand durch Druckknöpfe oder Steuerschalter betätigt werden oder aber selbsttätig durch das Walzgut mit Hilfe von Endschaltern oder dergleichen. Auch auf diesem Gebiete sind Neuerungen zu erwarten durch die Einführung der lichtelektrischen Steuerung mit Photozellen. Versuchsweise hat man diese Steuerung schon bei Teilscheren verwendet, wobei es darauf ankommt, daß die von den Walzadern abgeschnittenen Stücke möglichst genau gleichlang sind. Das Teilen der Walzstäbe muß dabei an den sich mit voller Walzgeschwindigkeit bewegenden Stäben erfolgen, damit sie sofort zum Kühlbett befördert werden können. Sobald in der Förderrinne das Ende des Stabes in den Bereich der photoelektrischen Zelle kommt, wird die Steuerung der Teilschere ausgelöst. Diese Anordnung arbeitet sehr zuverlässig, besser als Anschläge, die durch das Ende des auftreffenden Walzstabes bewegt werden. Beispiele von Antrieben, für die die lichtelektrische Steuerung sehr zweckmäßig wäre, ließen sich sehr zahlreich bringen, aber dies ist wegen Raummangels hier nicht möglich.

Während in den früheren Jahren die Bestrebungen der Industrie dahin gingen, durch möglichst leistungsfähige Antriebe die Werkserzeugung zu steigern und Leute zu sparen, ist dies in der Neuzeit nicht mehr der Fall. Die Leistungsfähigkeit der meisten Werke wird niemals mehr voll ausgenutzt werden können bei durchlaufendem Betrieb. Deshalb sollte man das Hauptaugenmerk darauf richten, die Betriebseinrichtungen und die elektrischen Antriebe so zu vervollkommnen, daß es möglich ist, dauernd eine möglichst hohe Güte der Erzeugnisse zu erreichen. Die Forderungen hinsichtlich Güte des Materials, gleichmäßig genauer Form der Profile und scharfer Einhaltung der Gewichtsgrenzen seitens der Abnehmer sind immer gestiegen. Daß auf diesem Gebiete noch viel erreicht werden kann, zeigen uns die Erzeugnisse ausländischer Hüttenwerke, die allerdings meistens unter wesentlich günstigeren Absatzverhältnissen arbeiten können. Mögen diese wenigen Zeilen dazu beitragen, daß sich recht viele Hüttenwerke veranlaßt sehen, ihre elektrischen Einrichtungen überprüfen zu lassen und dazu überzugehen, schon längst notwendige Auswechslungen veralteter elektrischer Antriebe vorzunehmen, um dadurch das Arbeitsbeschaffungsprogramm der Regierung zu unterstützen. Dies gilt besonders für Werke, die sogar noch veraltete Kolbendampfmaschinen im Betrieb haben.

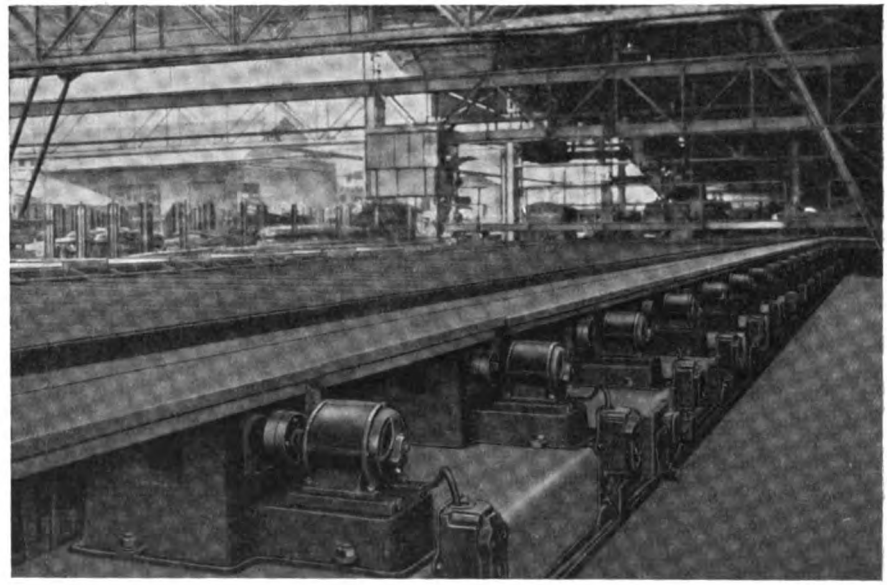


Abb. 2. Rollgangsantrieb durch Drehstrommotoren mit Kurzschlußanker.

[4] Vgl. S. 990 dieses Heftes.
[5] Vgl. S. 987 dieses Heftes.

Digitized by Google

Elektrische Antriebe auf Schiffen.

Von Obering. C. Meyer, Hamburg.

Für die an Bord von Schiffen benutzten elektrischen Antriebe liegen die denkbar schwierigsten Verhältnisse vor. Gedrängte Raumverhältnisse, Schiffschwankungen, Überflutungen, stark wechselnde klimatische Verhältnisse sowie der große Feuchtigkeits- und Salzgehalt der Seeluft und die Korrosionswirkungen stellen an die bauliche Durchbildung und die verwendeten Baustoffe die höchsten Ansprüche. Trotz all dieser erschwerenden Arbeitsverhältnisse soll für die Anlage der höchste Grad an Wirtschaftlichkeit erreicht werden und die unbedingte Betriebssicherheit oft monatelang gewährleistet sein. Die elektrischen Ausrüstungen müssen daher den außergewöhnlichen Einbau- und Arbeitsbedingungen angepaßt werden.

Schraubenantrieb.

Der elektrische Schraubenantrieb kann im Rahmen dieser Abhandlung nur gestreift werden. Dies erscheint gerechtfertigt, da man in Deutschland dem elektrischen Antrieb recht zögernd nähergetreten ist, und zwar eigentlich nur auf Sonderfahrzeugen mit relativ großen Hilfsmaschinen, wie Baggern, Schwimmkränen und dergleichen. Die großen Vorzüge des elektrischen Betriebes, wie vibrationsloser Lauf, zweckmäßige Raumanpassung, gute Regelbarkeit, günstige Wirkungsgrade bei kleinen Fahrtstufen, volle Rückwärtsleistung, größte Betriebsicherheit auch bei Ausfall ganzer Maschineneinheiten und dergleichen sind unbestritten, demgegenüber stehen im allgemeinen höhere Beschaffungskosten und ungünstigere Wirkungsgrade, verglichen mit dem direkten Antrieb oder der Anwendung mechanischer Übersetzungsgetriebe. Verwiesen sei auf die Abhandlung von P. von Stritzl in ETZ 1931, S. 1213 und 1250, mehrere Einzelberichte in der ETZ sowie auf den Vortrag von Carl Schulthes „Der elektrische Schiffsantrieb“ im Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 1933.

Hilfsmaschinen.

Nachstehend sind daher lediglich Hilfsmaschinen behandelt. Während auf Motorschiffen die weitgehende Verwendung der Elektrizität für die Antriebe der Hilfsmaschinen zur Notwendigkeit wurde, wenn man sich nicht dazu verstehen wollte, besondere Hilfskessel einzubauen, führte die Tatsache, daß die Elektrizität alle die im Schiffsbetrieb enthaltenen schweren Bedingungen restlos erfüllen konnte und dabei auch viel wirtschaftlicher arbeitet, selbst auf Turbinenschiffen dazu, alle Antriebe von Hilfsmaschinen für den Schiffs-, Hauptmaschinen- und Wirtschaftsbetrieb und sonstigen Hilfsbetriebe in weitestem Umfang elektrisch auszubilden.

Vorbedingung für die Aufrechterhaltung des elektrischen Betriebes ist naturgemäß eine gesicherte Stromspeisung durch das Kraftnetz. Die neuzeitlichen Ausführungen mit ihren gut durchgebildeten Stromerzeugern, Schaltelementen und Sicherheitseinrichtungen bieten hierfür hohe Gewähr[1].

Die Zahlentafel 1 zeigt den Umfang und die Verteilung des Bedarfs an elektrischer Energie auf dem erst in diesem Jahr in Dienst gestellten 12 000 t großen Motorschiff „Cordillera“ mit 11 000 PS Hauptmaschinenleistung, woraus der erhebliche Aufwand an elektrischer Energie für die Kraftstromversorgung ersichtlich ist. Er erreicht im Verhältnis zur Hauptmaschinenleistung eine recht beachtliche Höhe.

Zahlentafel 1.

Anlage	Anzahl der Motoren	Anschlußwert in kW
Beleuchtung	–	125
Schiffs- und Maschinenraumlüfter	37	87
Hilfsmaschinen für Hauptmaschinenbetrieb: Pumpen, Spülluftgebläse usw.	50	1900
Deckmaschinen: Ankerspill, Rudermaschine, Heckspill, Ladewinden, Werkzeugmaschinen usw.	20	528
Aufzüge, Wäscherei- und Wirtschaftsmaschinen usw.	40	60
Motorische Verbraucher	147	2575
Wirtschaftsheizung: Herde, Backöfen, Grillöfen usw.	–	437,75
Kammerheizung	–	165
Elektrowärme	–	602,75

Der wesentlichste Betrag an elektrischer Energie wird für den Betrieb der Hilfsmaschinen für die Hauptmaschinenanlage beansprucht.

[1] Vgl. E. Bohn, ETZ 1930, S. 800.

Pumpenantriebe. Der als Hauptmaschine verwendete Zweitakt-Rohölmotor bedingt die zahlreichen und großen Hilfsmaschinen, die hier elektrisch betrieben werden. Die Pumpen für Frischwasser- und Seewasserkühlung und Schmierölumlauf usw., von denen je 2 Stück jeder Art vorhanden sind, verlangen bei normaler Ausführung einen nicht unerheblichen Anteil an der Raumgröße des Hauptmaschinenraumes. Die neuentwickelte Bauform, wie Abb. 1 sie bei den Frischwasserkühlpumpen

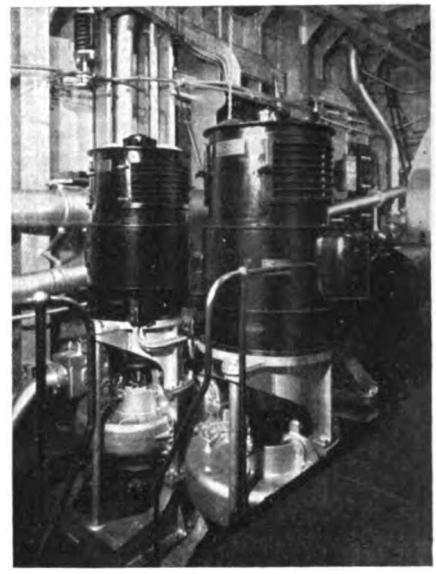


Abb. 1. Frischwasserkühlpumpen mit Vertikalmotoren.

zeigt, beansprucht nur verhältnismäßig geringe Einbaugrundfläche, da Motor und Pumpe hier eine zusammenhängende Einheit bilden, weil der Motor mit senkrechter Welle über der Pumpe auf einer Laterne angeordnet ist und der Kreisel von der Motorwelle mitgetragen wird. Diese Pumpenanordnung ergibt außerdem eine einfache und übersichtliche Verlegung der Zu- und Abflußrohre.

Spülluftregelung.

Die Motoren zum Antrieb der Spülluftgebläse, die eine Leistung von je 250 kW besitzen, werden durch Regelung im Nebenschluß auf den Bereich ihrer oberen Drehzahlen, etwa 2900 U/min, gebracht. Die bei diesen Umdrehungen erzeugte Luftmenge wird von der Ölmaschine bei Vollkraftfahrt benötigt. Durch Anwendung einer Regelwalze, die mit der Brennstoffregelung auf dem Manövrierstand gekuppelt ist, und eines motorisch angetriebenen Nebenschlußreglers ist es möglich, die Drehzahl des Gebläses bzw. die erzeugte Luftmenge stets dem Luftbedarf der jeweiligen Hauptmaschinenleistung — die bei längeren Flußfahrten, sogenannten Revierfahrten, ständig wechselt — anzupassen. Ebenso ist es möglich, die Förderleistung des Gebläses während der Maschinenmanöver bei Stillstand der Hauptmaschine dadurch herabzusetzen, daß der Luftzuführungskanal durch einen elektrischen Antrieb der Drosselklappe geschlossen wird. Das jeweilige Öffnen und Schließen der Drosselklappe erfolgt ebenfalls vom Manövrierstand aus. Durch Zusammenwirkungen dieser Einrichtungen wird jeder unnötige Stromaufwand auf das Mindestmaß beschränkt, was bei zwei vorhandenen Spülluftgebläsen von genannter Leistung von Bedeutung ist.

Motorbauart.

Auf dem Motorschiff „Cordillera“ sind die Motoren entsprechend den neuesten Ausführungsformen mit geschweißtem Magnetgestell und in einigen besonders geeigneten Fällen auch mit hitzebeständiger Wicklung ausgeführt. Hierdurch wird eine wesentliche Gewichts- und zum Teil auch Raumersparnis erzielt.

Für die Motoren, deren große bauliche Ausführung durch geforderte niedrige Drehzahlen bestimmt wird, lassen sich Motoren verwenden, deren hohe Umdrehungen durch entsprechende Übersetzungsgetriebe herabgesetzt

Digitized by Google

werden. An Bord finden solche Getriebemotoren geeignete Anwendung. In Abb. 2 ist ein Kompressor für die Kühlanlage gezeigt, dessen Motor 1400 U/min macht, während der Kompressor zu seinem Betriebe 350 U/min erfordert. Mit dieser Ausführung wird neben der Gewichtsersparnis auch meistens der Anschaffungspreis herabgesetzt.

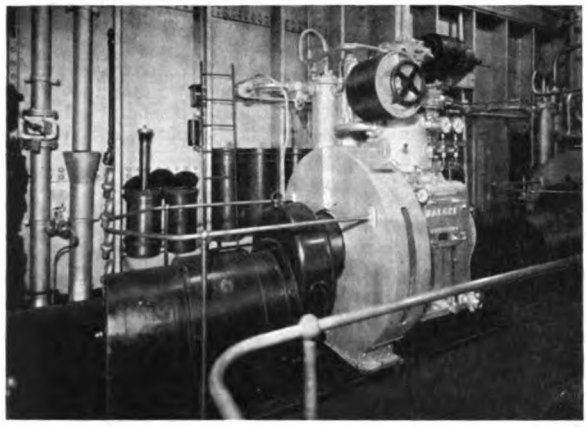


Abb. 2. Kühlkompressor mit Getriebemotor.

Mehrfachanlasser.

Für alle motorisch betriebenen und anzulassenden Antriebe, die im Bereich des Maschinenraumes untergebracht sind, hat das Streben nach platzsparenden Anordnungsformen zu einer neuen Ausbildung der Anlaßgeräte geführt. Es sind hier Einrichtungen getroffen, bei denen zum Anlassen der einzelnen Antriebe ein Anlaßorgan verwendet wird. Der Vorteil dieser Anlaßgeräte zeigt sich ebenfalls in der Gewinnung von Nutzraum. Besonders der Hauptmaschinenraum kann durch den Fortfall der vielen einzelnen Anlasser übersichtlicher gestaltet und die Bedienung erleichtert werden. An jedem Motor befinden sich lediglich ein An- und ein Abstellknopf, während ein gemeinsamer Mehrfach-Fernanlasser für sämtliche Motoren in der Nähe der Hauptschalttafel angeordnet ist. Ein zweiter Anlasser dient als Reserve.

Für die Lüftermotoren an Deck sowie für die kleineren Motoren von Hilfsmaschinen werden Handanlasser verwendet, von denen jeder für das Anlassen mehrerer Lüfter bzw. Hilfsmaschinen dient. Die Schalträume, in denen die Anlasser untergebracht sind, können daher entsprechend verkleinert werden.

Lüftungsmaschinen.

Für die Belüftung der verschiedenen Schiffsräume werden neuerdings neben der normalen Lüfterausführung auch senkrecht laufende, in die Entlüftungstutzen eingebaute Motoren mit angebautem Propeller verwendet. Bei größerer Anzahl der Lüftungsmaschinen werden vielfach auch Drehstrommotoren zum Antrieb genommen, da diese durch den Fortfall der Kommutatoren und Anlasser betriebliche Vorteile bieten. Auch für Laderäume, in denen sich entzündbare Gase bilden können, werden sie zur Vermeidung des Kommutatorfeuers gelegentlich verwendet.

Ladewinden.

Von den elektrischen Antrieben für Deckhilfsmaschinen weisen die Ladewinden einen besonderen Entwicklungs-Charakter auf, der durch die stetig gestiegenen Anforderungen an die Arbeitsgeschwindigkeiten und Steuerungsarten häufigen Änderungen unterworfen war. Sie haben sich trotz der gestellten scharfen Anforderungen zu einem hochwertigen Hilfsmittel für den Ladebetrieb des Schiffes herausgebildet und wesentlich zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit beigetragen. Die Winden sind so eingerichtet, daß mit ihrer Motorleistung die größtmögliche Förderleistung erreicht wird und sie sich selbsttätig je nach Gewicht der Last auf eine Geschwindigkeit einstellen und den Motor stets voll belasten; es werden also schwere Lasten mit kleinerer und leichte Lasten mit größerer Geschwindigkeit gehoben bzw. gesenkt. Durch die absinkende Last wirkt der Motor dabei als Generator; hierdurch wird eine Stromrückgabe in das Bordnetz erzielt. Der Anschluß der Winden an eine gemeinsame Speiseleitung ergibt dadurch, daß die Winde mit sinkender Last der im Hubstadium befindlichen Energie zuführt, so daß die Zentrale gleichmäßig belastet und die Belastung herabgesetzt wird. Die Winden können in Bauart und elektrischer Steuerung allen vorliegenden Verhältnissen angepaßt werden.

Auf dem Turbinenschnelldampfer „Europa“ sind zur größtmöglichen Geräuschvermeidung durchweg Schneckenradwinden vorgesehen (Abb. 3). Da infolge der hohen Fahrtgeschwindigkeit dieses Schiffes eine heftige Überspülung des Vorschiffes mit starkem Wellendruck auftritt, sind hier Winden mit unter Deck angeordneten Schützensteuerungen vorgesehen, deren kleine Schaltwalzen dem Seeschlag weniger Angriffsfläche bieten. Drei auf einem erhöhten Decksteil freistehend angeordnete Meisterwalzen sind dabei noch abnehmbar eingerichtet. Sie werden erst bei Einfahrt in den Hafen mittels Schraubriegel auf Winkelrahmenböcke und durch mehrpoligeSteckanschlüsse mit den nach den Schützen führenden Steuerleitungen verbunden.

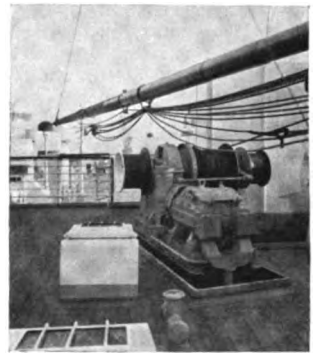


Abb. 3. Elektrische Ladewinde mit Schneckenradantrieb.

Es sind neuerdings in den Arbeitsgeschwindigkeiten besonders leistungsfähige Ladewinden geschaffen, die ein möglichst schnelles Löschen und Laden von Schiffen mit hochwertigen Fahrgasteinrichtungen, wie z. B. die beiden neuesten Motorschiffe der H. A. L. „Caribia“ und „Cordillera“ sie darstellen, ermöglichen, um die Fahrtdauer der Route mit Rücksicht auf den Passageverkehr nicht zu beeinträchtigen. Die 2 t-Ladewinde des Motorschiffes „Caribia“ (Abb. 3) wird in Zu- und Gegenschaltung mit einem Umformersatz, der mit dem zugehörigen Schaltzeug in der Grundplatte der Winde untergebracht ist, betrieben; zum fast unmittelbaren Abstoppen des Windenmotors ist eine Tellerbremse im Motorgehäuse selbst mit aufgenommen. Diese Winden erreichen schon nach 5 s eine Geschwindigkeit von etwa 2,5 m/s bei leerem Haken. Für das Heben einer Last von 2 t ist eine Geschwindigkeit von 0,85 m/s nach 2 s vorgeschrieben. Diese Forderungen wurden bei den Erprobungen sogar noch überschritten. Eine weitere Kürzung dieser geringen Beschleunigungszeiten wäre mit Rücksicht auf die Beanspruchung des ganzen Ladegeschirrs nicht mehr zulässig gewesen. Trotz der kurzen Stoppzeiten ist ein genaues und sanftes Absetzen der Last mit den Winden möglich.

Auch durch Verwendung des Nebenschluß-Regelungsmotors können die Ladewinden entsprechend leistungsfähig gestaltet werden[2].

Wippkräne.

Da die Ladewinden Decksfläche beanspruchen, die zum Teil nicht unerheblich ist, aber auf Fahrgastschiffen zweckmäßiger ausgenutzt werden kann, ist man auf neueren Schiffen dazu übergegangen, einige Winden durch leistungsfähige Wippkräne zu ersetzen. Ihre Platzbeanspruchung an Deck ist geringer, da die Antriebe hoch auf der Säule angeordnet werden (Abb. 4); durch entsprechende Ausbildung des elektrischen Antriebes kann die Last gleichmäßig gehoben und geschwenkt werden. Das Arbeitsfeld des Kranhakens ist außerdem nicht auf eine festliegende Kreislinie beschränkt, sondern erstreckt sich über eine breite Kreisringfläche, in deren Bereich die ganze Schiffsluke, ein großer Teil des Decks und eine neben dem Schiff liegende Schute oder eine beträchtliche Kaifläche liegt.

Ankerwinde.

Die Windwerke für Bootsdavits, Bootswinden, Heckverholspills und Ankerwinde besitzen ähnliche Steuerungen wie die der Ladewinden. Der Motor der Ankerwinde muß die kurzzeitige Abgabe eines hohen Drehmoments ermöglichen, um mit der Winde ein Losbrechen des Schiffsankers aus dem Grund ausführen zu können. Während man gewöhnlich das Fieren des Ankers mit ausgekuppeltem Getriebe unter Zuhilfenahme großer Trommelbremsen vornimmt, kann dies auch mittels der elektrischen Steuerung unter Beeinflussung der Senkgeschwindigkeit erfolgen. Dies ist beispielsweise in tiefen Gewässern nötig, da sonst infolge der zunehmenden Geschwindigkeit ein Abrauschen des Ankers und Reißen der Kette eintreten kann.

Für Ankerwinden und Spille besonders großer Leistung haben auch die Vorteile der Anlaßschaltung in Leo-

[2] Vgl. ETZ 1933, S. 827.

Digitized by Google

nard-Betrieb schon Anwendung gefunden. Das Bugspill auf dem Turbinendampfer „Cap Arcona“ kann z. B. in Leonard-Schaltung mit einem Primärgenerator oder einem Lichtumformer gefahren werden, ebenso wird auf den beiden neuesten Schiffen der „Monte“-Klasse für die Steuerung der Heckverholspille an Stelle der üblichen Widerstandsteuerung mit Schaltwalze der Leonard-Antrieb benutzt.

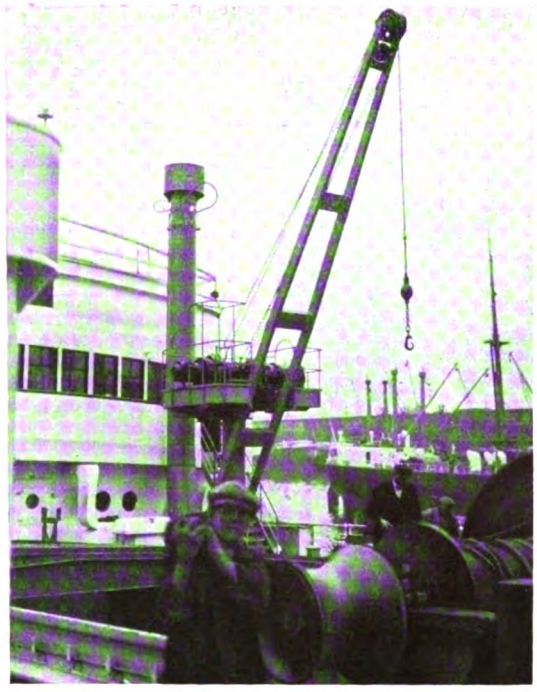


Abb. 4. Wippkran.

Rudermaschine.

Weiterhin ist es möglich gewesen, für den Antrieb der Rudermaschine — als eine der wichtigsten Anlagen des Schiffes, an die mit Rücksicht auf die bei einem etwaigen Versagen entstehenden schweren Folgen höchste Sicherheitsanforderungen gestellt werden — einen zweckmäßigen elektrischen Antrieb auszubilden. Die in der Praxis bewiesenen Vorzüge und Betriebsergebnisse der entwickelten Systeme elektrischer Rudermaschinenantriebe konnten die anfänglich entgegenstehenden Bedenken konservativer Schiffahrtskreise völlig beseitigen. Abb. 5 zeigt die Ruderanlage des Hapagdampfers „New York“.

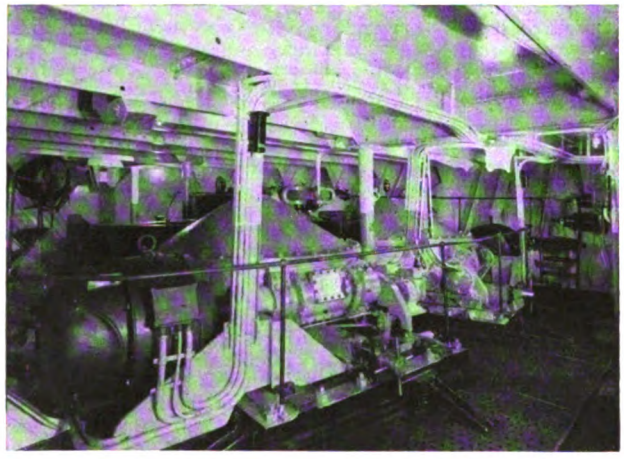


Abb 5. Elektrisch angetriebene Rudermaschine.

Neuerdings hat auch die früher bei der Kriegsmarine übliche Art der direkten Steuerung von Rudermaschinen auf Schiffen der Handelsmarine Eingang gefunden. Bei dieser Form wird das Nebenschlußfeld des Leonard-Generators mittels zweier Drucktasten, die auf der Kommandobrücke angeordnet sind, erregt und umgekehrt. Eine solche Anlage, die bei Verzicht auf die Rückdrehung einfacher und übersichtlicher wird, ist auch auf den beiden neuesten Motorschiffen „Caribia“ und „Cordillera“ eingebaut und hat zu zufriedenstellenden Ergebnissen geführt.

Sonderantriebe.

Auch bei dem auf „Cordillera“ eingebauten Frahmschen Schlingertank neuesten Systems, bei dem die Dämpfungsflüssigkeit des Tanks durch Luftimpulse gesteuert wird, hat sich der elektrische Antrieb als nützlich und zweckmäßig erwiesen. Für die Erzeugung der Druckluft ist ein elektrisch angetriebenes Turbogebläse vorhanden. Die Zufuhr der Druckluftimpulse zur Steuerung des Tankwassers wird von einem elektrischen Steuerkreisel abgeleitet und durch elektrische Übertragung auf Hilfseinrichtungen so geregelt, daß die beste Dämpfungswirkung für die Schlingerbewegung des Schiffes erzielt wird.

Signalgeräte.

Für Schiffe mit kompressorlosem Ölmotorenantrieb hat ein elektrisch betriebener Signalapparat für tiefe Töne (Jessenheuler) besonderen Wert, weil mit ihm der in der Handelschiffahrt gebräuchliche weittragende tiefe Ton ohne Dampf oder Hilfsmaschinen (Kompressor für die Preßluftpfeife) mit einem so geringen Leistungsaufwand erzeugt wird, daß sein Energiebedarf an Bord nicht mehr in Erscheinung tritt. Der elektrische Signalapparat kann im Gegensatz zu früher ohne weiteres weit von Kessel- und Maschinenräumen entfernt an den Stellen des Schiffes angebracht werden, von wo aus sich das eigene Schiff im Schallschatten befindet, so daß das Gehör der Schiffsleitung nicht mehr von den eigenen Signalen für geschwächte ankommende Signale betäubt wird. Ebenso werden auch auf Fahrgastschiffen die Fahrgäste durch die im Nebel dauernd abzugebenden Signale nicht mehr im Schlaf gestört und beunruhigt. Abb. 6 zeigt die Anordnung eines elektrischen Heulers am vorderen Mast.

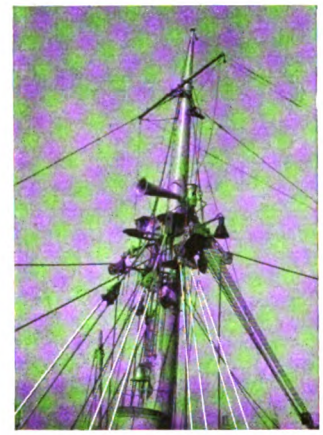


Abb. 6. Elektrischer Heuler.

Wirtschaftsmaschinen.

Die sonstigen von den elektrischen Antrieben aufgewiesenen Vorteile, ihre schnelle Betriebsbereitschaft, bequeme und einfache Bedienung und nicht zuletzt die für Schiffe wichtige Förderung der Reinlichkeit und Pünktlichkeit haben zur umfangreichen Verwendung im übrigen Schiffsbetriebe geführt, wobei das weite Gebiet des elektrischen Küchenbetriebes an Bord mit seinen zahlreichen Zubereitungsmaschinen nicht unerwähnt bleiben soll.

Vorschriften.

Für die Ausführung der elektrischen Bordanlagen auf Handelschiffen gelten die Vorschriften des Germanischen Lloyd. Weiterhin hat der Handelsschiff-Normen-Ausschuß (HNA) im Zusammenarbeiten mit dem Verband Deutscher Elektrotechniker Vorschriften herausgegeben, die die Einheitlichkeit der Anlagen und die Güte ihrer Ausführung sicherstellen sollen. Als einheitliche Betriebspannung hat sich danach Gleichstrom von 220 V bei einpoliger Verlegung fast durchweg eingeführt.

Aussichten.

Trotzdem elektrische Antriebe in bezug auf Anschaffungskosten nicht einmal immer die billigsten sind, haben sie sich jedoch infolge ihrer Vorzüge und Zweckmäßigkeit bereits ein weites Feld an Bord erobert. Die in ihrer Wirtschaftlichkeit liegenden Werte bringen es mit sich, daß auf jedem neuen Schiff auch neue Ergebnisse ihrer stetig fortschreitenden Entwicklung zu finden sind. Sie haben außerdem für die betriebswichtigen Anlagen des Schiffes in jeder Hinsicht ihre unbedingte Zuverlässigkeit bewiesen, so daß sie auch in Zukunft weitere Erfolge auf diesem Gebiet zu verzeichnen haben werden.

Abschluß des Heftes: 6. Oktober 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 700 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrowerkzeuge.

Mitteilung der AEG.

Die Vervollkommnung des einst von der Handbohrmaschine ausgegangenen Elektrowerkzeuges hat dieses zu einem modernen und hochwertigen Betriebsmittel gemacht, mit dem heute fast jede Werkmannsarbeit auszuführen ist, und das daher für jeden Betrieb mannigfache Vorteile bietet. Da mit seiner Hilfe auch die kleinste Werkstatt mechanisierte Präzisionsarbeit leisten kann, die früher unter Verwendung teurer Sondermaschinen nur Großbetrieben vorbehalten war, wird durch das jederzeit betriebsbereite Elektrowerkzeug gerade der kleinhandwerkliche Betrieb wieder leistungs- und wettbewerbsfähig gemacht. Die Ausstattung des Elektrowerkzeugs mit dem Universal-Einphasenmotor, der den Anschluß an verschiedene Stromarten gleicher Spannung gestattet, ist besonders für das Handwerk, dessen Arbeitsgebiete oft in Bezirken mit verschiedenen Stromarten liegen, sowie für alle Betriebe, die Montagearbeiten auszuführen haben, wichtig. Ein weiterer Vorteil des Universalmotors ist sein geringes Gewicht bei gleicher Leistung gegenüber Gleich- und Drehstrommotoren.

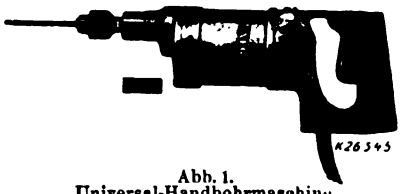


Abb. 1.
Universal-Handbohrmaschine, Bohrdurchmesser 6 mm.

Die Klein-Elektrowerkzeuge der AEG sind aus einer Grundbauart heraus entwickelt, aus der sich unter Vorschaltung anderer Getriebeköpfe, mehrere, verschiedenen Verwendungszwecken angepaßte Sonderwerkzeuge, wie z. B. eine 6- und eine 10 mm-Handbohrmaschine, eine Schraubenziehmaschine und ein Gewindeschneider ergeben. Die Grundbauart, die Universal-Handbohrmaschine (Abb. 1) für Bohrdurchmesser von 6 mm in Stahl ist bei geringem Gewicht von nur 2,6 kg und einer Leistung von 125 W nach VDE-Vorschrift von gefälliger Formgebung und bequemer Handhabung. Handgriff, Gehäuse und Bohrspindelhals schneiden geradlinig miteinander ab und ermöglichen ein Arbeiten an schwer zugänglichen Stellen, an denen Maschinen mit zentrisch angeordneter Bohrspindel nicht verwendet werden können.

Das Einschalten erfolgt durch einen im Handgriff untergebrachten Schalthebel, dessen Loslassen sofortiges Ausschalten bewirkt, wodurch Bohrerbruch und Gefährdung des Bedienenden vermieden werden. Der Schalthebel kann aber auch durch einen Feststellknopf in der Einschaltstellung festgehalten werden, wie das bei der Verwendung der Maschinen in Bohrständern notwendig ist. Sämtliche umlaufenden Teile der Maschine sind gehärtet und geschliffen, die Zahnräder bestehen aus hochwertigem Chromnickelstahl, wie überhaupt bei allen Teilen nur beste Werkstoffe verwandt werden. Die Maschinen eignen sich nicht nur für Bohrarbeiten, sondern es können auch andere Werkzeuge in das Futter gespannt werden, z. B. Entrußungsbürsten zum Entfernen der Ölkohle an Automobilmotoren, Schleif- und Schwabbelscheiben, sowie Fräser jeder Art wie z. B. Aufrauhfräser zum Aufrauhen von Laufdecken vor dem Vulkanisieren.

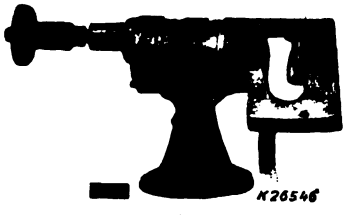


Abb. 2.
Bankgestell mit Handbohrmaschine.

Die Auswechslung des Getriebes ergibt bei gleichem Aufbau die Universal-Handbohrmaschine für Bohrdurchmesser von 10 mm in Stahl. Beide Typen sind für Schnellstahlbohrer ausgelegt und eignen sich außer für Bohrarbeiten in Stahl, Metall und Holz bei Verwendung von Steinbohrern mit Widia-Schneiden auch vorzüglich zum Bohren in Mauerwerk und natürlichen wie künstlichen Steinen. Damit ist dem Installateur ein wichtiges Werkzeug zur Herstellung von Dübellöchern und Bohrungen durch Wände usw. gegeben.

Für Schleif- und Polierarbeiten hat sich das Bankgestell bewährt (Abb. 2), in das die Maschine mit wenigen Handgriffen waagerecht eingespannt wird.

Aus der Bohrmaschine wird durch Aufsetzen eines Getriebes mit Schraubenziehkupplung die Universal-Schraubenziehmaschine, die Holzschrauben 8 × 80 unvorgebohrt in Weichholz in 4,5 s einzieht. Eine am Handgriff angebrachte Umsteckvorrichtung für Links- und Rechtslauf ermöglicht auch ein Ausdrehen von Schrauben mit der gleichen Maschine. Da die Schraubenziehkupplung nur beim Andrücken der Maschine in Tätigkeit tritt, kann die Schraubenziehklinge ohne Stillsetzen des Motors in den Schraubenschlitz eingeführt werden. Natürlich lassen sich auch Einsätze für Vierkant- oder Sechskant-Muttern und -Schrauben verwenden.

Abb. 3.
Universal-Handbohrmaschine, Bohrdurchmesser 23 mm.

Aus der gleichen Grundbauart ist durch Anbau eines Getriebekopfes mit selbsttätigem beschleunigtem Rücklauf der Universal-Gewindeschneider entwickelt worden, der bei einer Drehzahl von etwa 300 U/min und Verwendung von Schnellstahlschneidern bis zu 10 mm Gewinde in Stahl schneidet. Der Rechtslauf wird bei dieser Maschine durch leichtes Andrücken der Maschine eingeschaltet, während der Fortfall dieses Druckes Rücklauf mit doppelter Drehzahl bewirkt.

Der nächst größeren Reihe gehören die Universal-Handbohrmaschinen mit Bohrdurchmessern von 15 und 23 mm in Stahl bei 250 bzw. 300 W im Stundenbetrieb an (Abb. 3). Trotz gedrungener und kräftiger Bauart weisen die Maschinen bei gefälliger Form niedrige Gewichte (6, 7 bzw. 8,5 kg) auf.

Neben den besprochenen Schalteinrichtungen haben diese Maschinen noch einen beonderen Walzenschalter für Links- und Rechtslauf, der im gleichen Schaltergehäuse untergebracht ist. Auch diese beiden Bauarten lassen sich in einen Tischständer spannen. Diese Bohr- und Tischständer haben sich überall dort als praktisch erwiesen, wo die Anschaffung einer besonderen Tischbohrmaschine sich nicht lohnt.

Abb. 4.
Tischbohrmaschine, Bohrdurchmesser 2 mm.

Außer den Handgeräten zählen auch Tischbohrmaschinen und Bankschleifmaschinen, die sich leicht von einem Arbeitsplatz zum anderen umstellen lassen, zu den Elektrowerkzeugen. Unter diesen ist die kleinste Bauart der Tischbohrmaschine (Abb. 4) mit einem Bohrdurchmesser von 2 mm in Metall und 1,5 mm in Stahl bemerkenswert. Die Maschine hat Leerlaufdrehzahlen von 8000, 12000 und 18 000 U/min, die beim Bohren infolge des Hauptstromcharakters des Universalmotors um einige tausend Umdrehungen zurückgehen.

Recht beachtlich ist ferner auch die AEG-Werkzeugschleifmaschine, die sich besonders in der Ausrüstung für Naßschliff mit Spiralbohrerschleifeinrichtung, die auch jedem Ungeübten einen einwandfreien Bohreranschliff ermöglicht, bewährt.

Digitized by Google

Deutschlandflug 1933

[redacted]

Flughafen NÜRNBERG

Tempelhof
List auf Sylt
Mülheim Ruhr

[redacted]

Zur Steuerung der
Großhindernisfeuer
Benzinpumpen [redacted]
Wasserpumpen

gas- u. druckwasserdichte, explosionssichere

automatische Schaltapparate

METZENAUER & JUNG
WUPPERTAL-E

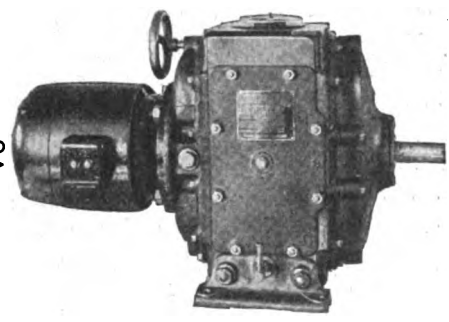
Die **mechanische** Drehzahl-Regelung

arbeitet zuverlässig und mit erheblich besserem Wirkungsgrad als die elektrische. Als Kraftquelle kann der einfache, billige und robuste Drehstrom-Kurzschlußläufer benutzt werden. Die Drehzahlübertragung ist gleichmäßig und unabhängig von schwankender Getriebebelastung.

Den höchsten Wirkungsgrad, den regelbare Antriebe überhaupt haben können, besitzt das P. I. V.-Regelgetriebe (bis zu 95%). Es ist für stark steigendes Drehmoment mit sinkender Drehzahl gebaut und ist stufenlos unter Last regelbar. Die Kraftübertragung geschieht zwangläufig durch Zahneingriff, ist also frei von jedem Schlupf.

Ein Beispiel:

N = 12 PS, n = 1500 →



← n = 360 - 60 UpM stufenlos regelbar
M_d bei 360 n = 24 mkg
M_d bei 60 n = 60 mkg

P.I.V. Ketten und Getriebe GmbH, Bad Homburg v.d.H.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 19. Oktober 1933** **Heft 42**

Die VII. Internationale Hochspannungskonferenz in Paris 1933.

Von Dipl.-Ing. Dr. phil. **Hans Feiner**, Paris.

In der Zeit vom 16. bis 24. VI. 1933 fand in Paris die 7. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz (CIGRE) statt, welche seit 1921 in Abständen von 2 Jahren abgehalten wird. Über den Verlauf der Tagung wurde vom Deutschen Ausschuß der CIGRE an anderer Stelle bereits kurz berichtet[1].

Die zur Verfügung stehende Zeit war von Sitzungen, in denen die zahlreichen zur Tagung eingereichten Fachberichte behandelt wurden, voll in Anspruch genommen. An einem Sonntag und einem Wochenhalbtag war den Konferenzteilnehmern außerdem Gelegenheit gegeben, die seit einem bzw. zwei Jahren in Betrieb befindlichen Dampfkraftwerke Saint-Denis II (400 MW, z. Z. ausgebaut 150 MW) und Arrighi (500 MW, z. Z. ausgebaut 220 MW) sowie die Umspann-Freiluftstation Chevilly zu besichtigen. Letztere führt die Umspannung der aus dem Massif Central[2] über die 510 km lange 220 kV- und die z. Z. 312 km lange 90 kV-Freileitung zugeführten Energie auf das 120 km lange 60 kV-Kabelnetz von Paris durch, welches gleichzeitig durch die obigen Dampfkraftwerke gespeist wird. Ein anderer interessanter Besuch galt dem Laboratoire Ampère der Compagnie générale d'Electro-Céramique, welche die erst kurz vorher fertiggestellte Stoßspannungs-Prüfanlage mit einer Höchstspannung von 3 Mill V vorführte.

Außerdem hatten die Konferenzteilnehmer die Möglichkeit, die Kraftstrecke im Massif Central und im Elsaß zu besuchen.

Im folgenden sollen die wichtigsten Fragen, welche in den Fachberichten behandelt wurden, sowie die wesentlichsten Diskussionsbeiträge beschrieben werden[3].

I. Abteilung: Erzeugung und Umformung der Energie.

Generatoren und Parallelbetrieb.

Berichterstatter: Wilczek (Ungarn).

Krondl (Schweiz, 13)[3] behandelt mit Berücksichtigung des bereits reichhaltigen Schrifttums die in letzter Zeit in den Vordergrund getretene Frage des „Lärmes elektrischer Maschinen", seine Ursachen, die Meßverfahren zur Bestimmung und die Maßnahmen zu seiner Vermeidung.

Wilczek (Ungarn, 27) beschreibt den „derzeitigen Stand des Baues und der Arbeitsbedingungen von Turbogeneratoren großer Geschwindigkeit".

Langlois-Berthelot und Legros (Frankreich, 122) beschreiben den im Vorjahr in der Zentrale Saint-Denis II bei Paris in Betrieb genommenen „Turbogenerator von 72 MVA und 3000 U/min" und die bisherigen Betriebserfahrungen. David (Frankreich, 29) befaßt sich mit der „graphischen Bestimmung des plötzlichen Kurzschlußstromes der Generatoren" in Anlehnung an die Diagramme von Potier und von Blondel.

Die Aussprache über diese Berichte kam zu folgenden Feststellungen: 1. Eine der wesentlichsten Ursachen des Lärms elektrischer Maschinen liegt in den am Umfang auftretenden Schwingungen, die von Pulsationen des magnetischen Feldes herrühren. Der dadurch erzeugte Lärm ist schwer zu beseitigen. Der Lärm, welcher durch die Lüftung bzw. Luftreibung erzeugt wird und beträchtlichen Umfang annehmen kann, ist durch Anordnung eines geschlossenen Luftweges zu beseitigen. Es sind verschiedene Kunstgriffe mit Erfolg angewendet worden. Rüdenberg erwähnte als solche Lärmfilter lärmdichte Verkleidungen und Erhöhung der Lärmfrequenz über die Hörfrequenz durch geeignete Bemessung der Öffnungen der Hohlräume. Bei kleinen Maschinen sind Gleitlager weniger lärmend als Kugellager. 2. Die Lichtbogenschweißung bietet bei der Herstellung der Maschinengehäuse zahlreiche Vorteile, wie das geringere Gewicht des Stahls gegenüber dem Gußeisen und die doppelte Elastizitätskonstante. 3. Die Anwendung von Aluminium für die Erregerwicklungen von großen Maschinen bietet nach Ansicht der französischen Herren Vorteile (größerer Durchmesser, dadurch geringere Länge, Erhöhung der kritischen Drehzahl), wenn man in Berücksichtigung des höheren Ausdehnungskoeffizienten von Aluminium gegenüber Kupfer dafür Sorge trägt, daß sich die Spulen gleichmäßig ausdehnen können. 4. Die Messung der dielektrischen Verluste empfiehlt sich für Maschinen hoher Spannung. 5. Die für Rotoren verwendete Wasserkühlung eignet sich besser für Rotoren mit Parallelnuten. 6. Rüdenberg berichtete über ein graphisches Verfahren zur Bestimmung der Kurzschlußströme aus der Leerlaufkennlinie des Generators und der Blindstromkennlinie des Netzes.

Barbillion (Frankreich, 3) beschreibt die „Wirkung der Synchronisierströme bei den bei der Kupplung von Zentralen auftretenden Pendelerscheinungen". Danach zerfällt die synchronisierende Kraft in zwei Komponenten: eine statische, welche der Winkelabweichung, und eine vorübergehende, welche der Ableitung dieser Winkelabweichung proportional ist.

Rüdenberg (Deutschland, 117) behandelt den Zusammenhang von „Synchronisierleistung und Querfeldschwankung beim Parallelbetrieb von Turbogeneratoren". Die Verhältnisse werden auf Grund eines einfachen Wirkungschemas berechnet und in guter Übereinstimmung mit vielen Versuchsreihen des praktischen Parallelbetriebes gefunden. Liwschitz (Deutschland, 94) berichtet über die „asynchrone Netzkupplung" durch Synchron-Asynchron-Umformer mit Regelung der Asynchronmaschine durch eine Kommutatorhintermaschine. Es wird u. a. der Netzkupplungsumformer Barmbeck beschrieben, dessen Schaltung sich durch Einfachheit von anderen Ausführungen unterscheidet. Lebrecht (Deutschland, 97) vergleicht die „synchronen und asynchronen Phasenschieber" hinsichtlich ihrer Eigenschaften in bezug auf betriebswichtige Punkte.

Kühn (Deutschland, 22) gibt eine Zusammenstellung der „Gesichtspunkte für die Auslegung und den Betrieb von Transformatoren und Generatoren sowie für Maßnahmen im Netz zur Erzielung eines einwandfreien Parallellaufes und einer sicheren Stabilität". Belfils und Cahen (Frankreich, 21) geben an Hand des französischen 220 kV-Netzes eine allgemeine Darstellung des Fortschrittes der für derartige Anlagen verwendeten Maschinen und Apparate.

Die Aussprache kam zu folgenden Ergebnissen: 1. Es ist im allgemeinen praktisch unnötig, ein bestimmtes Verhältnis zwischen der Blindleistung eines Generators und seiner Betriebsleistung festzulegen. 2. Fremderregung ist am empfehlenswertesten. 3. Die Verwendung von Synchron-Phasenschiebern scheint in den meisten Fällen günstiger zu sein als die von Asynchron-Phasenschiebern. 4. Die Verwendung von Dämpferkäfigen ist empfehlens-

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 712.
[2] Vgl. ETZ 1933, S. 777.
[3] Nummer des Fachberichtes ist jeweils in Klammern beigefügt.

Digitized by Google

wert; man kann manchmal auch durch Verwendung von massiven Polen eine bessere Stabilität erzielen. 5. Die Möglichkeit einer Spannungsänderung in der Höhe von ± 10 % ist empfehlenswert, damit die Maschinen für Kraftwerke, welche bald auf örtliche Netze, bald auf Fernleitungen arbeiten, hinreichend elastisch sind. — Wilczek (Ungarn) ergänzte seine Berichte über die „elektrische Zentrale Banhida" (17) und den „Einphasen-Mehrphasen-Umformer von Kandó und seine Anwendung für elektrische Lokomotiven" (18).

Transformatoren.

Berichterstatter Norris (England).

Szekely (Ungarn, 26) gibt eine Berechnung der „Kupferverluste und des Spannungsabfalles von Drehstromtransformatoren in Stern-Zickzack-Schaltung als Funktion der Sekundärströme" an. Das gleiche Problem, aber allgemeiner, behandelt Gochberg (UdSSR, 16) in einem Bericht über den „Einfluß unsymmetrischer Last auf die Sekundärspannung von Drehstromtransformatoren". Es werden Folgerungen auf Systeme mit und ohne Nulleiter gezogen. Crivellari (Italien, 19) untersucht vom praktischen und theoretischen Standpunkt die „Vierwicklungstransformatoren" und beschreibt Kurzschluß- und Vollastversuche mit dieser Type.

Hundt (Deutschland, 28) berichtet über die „Transportfähigkeit von Großtransformatoren" und über die Mittel, mit denen man in Deutschland den auftretenden Schwierigkeiten begegnet. Trambitzki (UdSSR, 2) gibt ein „Verfahren zur Vorausberechnung der charakteristischen Daten von Transformatoren hoher Leistungen" an. Der Bericht von Glasonow und Tschernyscheff (UdSSR, 5) über die „Verwendung eines Transformators mit isoliertem Gehäuse" behandelt die Kaskadenschaltung von Leistungstransformatoren.

In der Aussprache, die von Transformatorenfachleuten der wichtigsten Länder geführt wurde, kam zum Ausdruck, daß das Transformatorenproblem vom theoretischen und technischen Standpunkt heute als gelöst betrachtet werden kann. Ernste Schäden treten bei Transformatoren im Betrieb nur mehr höchst selten auf. Trotzdem herrscht über gewisse Fragen keine vollständige Einstimmigkeit. Insbesondere entspann sich über die Nützlichkeit der Sprungwellenprüfung eine lebhafte Auseinandersetzung. Diese ist in Deutschland und in der Schweiz seit vielen Jahren im Gebrauch; die Zweckmäßigkeit, sie in die internationalen Prüfvorschriften aufzunehmen, wird z. Z. von der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erörtert. Frankreich und England haben sich gegen die Anwendung dieses Verfahrens erklärt. Diese Einstellung kam auch in der Diskussion zum Ausdruck, indem von Devillez, Roth (Frankreich) und Norris (England) der Einwand gemacht wurde, daß durch die Sprungwellenprobe die Möglichkeit einer Beschädigung der Isolation gegeben ist, welche sich erst später im Betrieb zur vollen Wirkung, d. h. Durchschlag, entwickelt. In Amerika hat man die sog. Stoßprüfung eingeführt, durch die Blitzeinwirkungen möglichst getreu nachgeahmt werden sollen. Dieses Verfahren hat den Nachteil, daß es eine kostspielige Stoßprüfanlage erfordert und außerdem während der Prüfung auftretende Beschädigungen des Transformators nicht festgestellt werden können. Biermanns berichtete, daß die Sprungwellenprüfung, die hauptsächlich zum Nachweis der Isolationsfestigkeit von Spule zu Spule und Phase zu Phase dient, seit vielen Jahren mit gutem Erfolg in Deutschland angewendet wird und den Vorteil hat, Fabrikationsfehler leicht feststellen zu können. Eine Beschädigung der Isolation läßt sich durch erhöhte Stromaufnahme nach der Prüfung nachweisen. Kopeliowitsch (Schweiz) unterstützte diese Auffassung.

Gegen die Anwendung der Kaskadenschaltung bei Leistungstransformatoren wurden Bedenken hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit geäußert, zumindest für Anlagen bis 220 kV. Bei Transformation auf höhere Spannung, wie z. B. die von 400 kV (UdSSR), führen allerdings andere Gesichtspunkte, wie z. B. Transportschwierigkeiten, zu einer Lösung mit Kaskadenschaltung. Chatelain (UdSSR) kündigte den Plan einer Versuchstation mit einer Spannung von 500 kV und einer Leistung von 30 MVA an, die aus in Kaskade geschalteten 110 kV-Transformatoren bestehen wird.

Die ideale Lösung des Einzeltransports von Großtransformatoren wird in allen Ländern mit den verschiedensten Mitteln zu erreichen gesucht. In Deutschland ist eine Einheit von 150 MVA und 220 kV durch einen besonderen Schwerlastwagen befördert worden. Unter Umständen wird das Öl während des Transports durch eine Trockengasfüllung, z. B. Stickstoff, ersetzt, was eine 30- bis 40prozentige Gewichtsersparnis mit sich bringt. Dabei wird das vorgetrocknete Gas durch Behälter selbsttätig im Überdruck erhalten.

Die in Amerika übliche Zusammenschaltung von drei Einphasentransformatoren für den Drehstrombetrieb wird verschiedentlich kritisiert. Das Vorsehen eines vierten Reserve-Einphasentransformators, der im Falle einer Störung rasch eingeschaltet werden soll, wird als unzureichend bezeichnet, da bei den in Stern-Stern geschalteten Transformatoren bei einem Schaden gewöhnlich mindestens zwei Phasen gelitten haben. Als Vorteil wird anderseits u. a. die Möglichkeit einer natürlichen Kühlung der Einphasentransformatoren hervorgehoben.

Isolieröle.

Berichterstatter Weiß (Frankreich).

In dem Bericht von Weiß und Salomon (Frankreich, 121) über die „Arbeiten des Ausschusses für Isolieröle" sind insbesondere die Entwicklung einer Betriebskontrolle für Transformatorenöl und die Laboratoriumsversuche über die elektrische Leitfähigkeit der Öle bei Gleich- und bei Wechselstrom zu erwähnen. Es wird auf die wesentliche Bedeutung der Vorbereitung der Öle vor den Versuchen hingewiesen. Spatz (Frankreich) und Ornstein (Holland) stellten die künstliche Alterung der Öle durch Messung der absorbierten Sauerstoffmenge fest an Stelle der durch diese Sauerstoffabsorption in Form von Ablagerungen oder Umwandlungsprodukten erzeugten Wirkung. Dabei zeigen die Versuche von Spatz eine befriedigende Übereinstimmung der beiden Verfahren. Ornstein untersucht den physikalisch-chemischen Vorgang der Ölabsorption.

Salomon (Frankreich, 11) gibt ein rasches „Kontrollverfahren über den Ölzustand in Transformatoren im Betrieb" an. An einer dem Transformator entnommenen Ölprobe werden einige einfache Prüfungen vorgenommen, die sich einerseits auf den Feuchtigkeitsgehalt und den Gehalt an mechanischen Verunreinigungen, anderseits auf Ablagerungen beziehen. Masson (Frankreich, 20) findet aus Versuchen mit Ölproben, daß der „spezifische Widerstand" mit dem Grad der Raffination anwächst; dieser Widerstand verringert sich beträchtlich nach Inbetriebnahme des Transformators, selbst schon nach einigen Monaten. Nach dieser Zeit besitzt aber das hoch raffinierte Öl noch einen viel größeren spez. Widerstand als das wenig raffinierte Öl. Die gemeinsam mit gewissen chemischen Behandlungen vorgenommene Messung des spez. Widerstandes ermöglicht Alterungsdifferenzen zu erkennen.

Die Aussprache befaßte sich vorerst in besonderer Weise mit der elektrischen Leitfähigkeit. Von Brückman (Holland) wurde auf die Abhängigkeit des Widerstandes von der Spannung sowie auf das Zeitintervall hingewiesen, das nach Anlegen der Spannung vergeht, bis der Gleichgewichtszustand der Moleküle im Schwerefeld und im elektrischen Feld erreicht ist. Da dieser Endzustand z. B. bei einem viskosen Öl nach einigen Stunden, selbst nach einem Tag, eintreten kann, ist der Zeitpunkt der Messung von Wichtigkeit. Mit Rücksicht auf den schädigenden Einfluß hoher Temperaturen bei der Vorbehandlung wird als obere Grenze 80 ° angegeben. Durch Wassergehalt und Sauerstoffgehalt sinkt der Widerstand. Erst nach Entzug derselben stellt sich ein konstanter Widerstand ein. Um die Ergebnisse von Ölmessungen zu vergleichen, ist also eine Übereinstimmung über Spannung, Stromart, Temperatur, äußere Verhältnisse (Luftraum oder inertes Gas) nötig. Zu im wesentlichen gleichen Ergebnissen kam Borel (Schweiz) durch Messung der Verluste bei Gleichstrom mit Hilfe eines empfindlichen Elektrometers, das eine Messung bei gewöhnlicher Temperatur ermöglichte. Der Widerstand bei Gleichstrom wächst einerseits mit der Einwirkungsdauer, anderseits mit der Höhe der Versuchspannung. Masson (Frankreich) sieht in der Änderung der elektrischen Eigenschaften des Öles mit der Temperatur zum großen Teil die Folge rein chemischer Vorgänge. Da bei reinen Ölen die Verluste nur bei Wechselstrom auftreten, ist bei diesen die Differenz zwischen Gleichstrom- und Wechselstromwiderstand groß. Je größer aber die Alterung ist, desto geringer ist diese Differenz. Spatz (Frankreich) erwähnte die anläßlich seiner Sauerstoff-Absorptionsmessungen gemachte Beobachtung, daß überraffinierte Öle, nachdem sie eine gewisse Zeit lang keinen Sauerstoff absorbieren, darauf eine plötzliche Absorption entfalten, zum Unterschied von gewöhnlichen Ölen, die

Digitized by Google

eine mit der Zeit proportionale oder fast proportionale Absorption aufweisen. Diese Anomalie der plötzlichen Sauerstoffaufnahme überraffinierter Öle kann indes durch ein Gegenmittel, z. B. Schwefelpulver, verhindert werden, ohne daß dadurch die normale Alterung beeinflußt wird.

Hochspannungschalter mit und ohne Öl.

Berichterstatter Perrochet (Schweiz).

Der erste Teil befaßte sich mit den physikalischen Vorgängen in Hochspannungschaltern, der zweite Teil mit dem derzeitigen Stand der Schaltertechnik, insbesondere der öllosen und ölarmen Schalter. Bresson (Frankreich, 1) untersucht das „Verhalten der Hochspannungsschalter hinsichtlich der Bogenlöschvorgänge" bzw. der zur Entionisierung der Lichtbogenstrecke verwendeten Energie. Er formuliert das Gesetz der Wiederkehrgeschwindigkeit der Spannung. In dem von Juillard (Schweiz, 31) vorgelegten Bericht des Schweizer Unterkomitees für Hochspannungschalter wird ebenfalls die „Wiederkehrgeschwindigkeit der Spannung zwischen den Kontakten nach der Lichtbogenlöschung" definiert und eine einfache Formel für den Fall punktweise verteilter Netzkonstanten angegeben. Diese Berechnung geht zurück auf die Bestimmung der Eigenfrequenz des Netzes. Sie erfordert die Kenntnis der Leitungskonstanten. Kennt man diese nicht, wie bei sehr verteilten oder vielmaschigen Netzen, dann müssen statistische Ergebnisse die Wiederkehrgeschwindigkeit der Spannung mit einer für die Praxis hinreichenden Genauigkeit ausdrücken. Es wird die Sammlung derartiger Erfahrungswerte empfohlen.

Saint-Germain und Ricalens (Frankreich, 15) untersuchen das „Verhalten der Hochspannungschalter für den Sonderfall einer durch Fehlschaltung aufgetretenen Phasenopposition".

In der Aussprache wurde die Spannung als wesentliches Element für das Verhalten des Schalters hervorgehoben. Dem Lichtbogenquerschnitt kommt eine besondere Bedeutung zu: ein kleiner Querschnitt ist leichter zu entionisieren als ein großer. Eine lebhafte Wechselrede entspann sich über die Frage der Eigenfrequenz im Augenblick der Unterbrechung. Die Bedeutung dieser neuen Angabe wurde allgemein anerkannt. Ihr Einfluß ist verschieden für die einzelnen Schaltertypen. Es scheint noch verfrüht, einen bestimmten Wert für sie festzulegen. Jedenfalls sollten aber die Konstrukteure jedesmal angeben, mit welcher Eigenfrequenz ihre Versuche durchgeführt wurden, oder angeben, daß sich die Gewährleistung auf die ungünstigste Eigenfrequenz bezieht. Als Faktoren für die Beziehung der einpoligen zur dreipoligen Abschaltleistung wurden die Werte 2 und 2,6 genannt. Zur Vereinheitlichung wurde vorgeschlagen, in jedem Falle die einphasige Abschaltleistung anzugeben.

Im zweiten Teil des Berichtes von Bresson (Frankreich, 1) werden entsprechend den erwähnten Löschgrundsätzen praktische Ausführungsformen (Druckluftschalter mit selbsttätiger Einschaltung eines Widerstandes in die Bogenstrecke, Schalter mit elektromagnetischer Lichtbogenlöschung, die Selbstlöschung in einer ölarmen Löschkammer) beschrieben.

Kesselring (Deutschland, 32) beschreibt in dem Bericht „öllose und ölarme Schalter" die Ausführungen der Siemens-Schuckertwerke und zeigt mit Hilfe von Oszillogrammen die verschiedene Arbeitsweise von Öl- und von Expansionsschaltern. Als Richtlinien zur Weiterentwicklung von Schaltgeräten werden angegeben: 1. Für Schalter in Innenräumen ist das Öl durch ein anderes, nicht brennbares Löschmittel zu ersetzen. 2. Insbesondere bei größeren Spannungen müssen für die Lichtbogenlöschung und die Isolation der spannungführenden Teile getrennte Maßnahmen getroffen werden. 3. Schaltarbeit und Lichtbogenleistung sind auf ein Minimum zu reduzieren.

Willheim und Probst (Deutschland, 33) untersuchen in dem Bericht „Hochleistungschalter mit und ohne Öl" vorerst die physikalischen Verhältnisse der Stromunterbrechung und das Wesen des Lichtbogens. Das Problem des Hochleistungschalters wird als ein Kühlungsproblem dargestellt, dessen mechanische Seite in der Heranschaffung des Löschmittels und in seiner wirksamen Verteilung liegt. Es werden die von der AEG entwickelten Wasserschalter (bis 30 kV Spannung und 500 MVA Abschaltleistung) und Druckgasschalter in Innnenraum- und Freiluftausführung (bis 200 kV) beschrieben. Perrochet und Kopeliowitsch (Schweiz, 118) geben ein Bild des „Standes der Technik der öllosen und ölarmen Schalter" zu Beginn des Jahres 1933 auf Grund einer Umfrage, die bei den V. S. Amerika, Deutschland, England, Österreich, Frankreich, Holland und der Schweiz veranstaltet wurde. In einem Bericht von Dehn (Deutschland, 116) über den „heutigen Stand des Schaltanlagenbaues" wird insbesondere der Einfluß der neuen Schalter geschildert. Die Ausbildung der Expansionsschalter, Preßgasschalter, von Endverschlüssen ohne Vergußmasse sowie massearmer Wandler hat den Bau brand- und explosionssicherer Schaltanlagen ermöglicht und zu einer Vereinfachung und Raumersparnis geführt. Es wird für eine weitgehende Verminderung der Schalttafelbreite und für eine Entfernung aller nicht unmittelbar zur Bedienung nötigen Instrumente von der eigentlichen Bedienungstafel eingetreten. Iwanow (UdSSR, 58) beschreibt die in der Sowjetunion genormten Anordnungen zur Errichtung sämtlicher Schaltstationen des ganzen Netzes.

In der Aussprache über die Schaltertechnik kam zum Ausdruck, daß es sich im Grunde um ein Problem der Kühlung des Lichtbogens und der Erneuerung des Raumes zwischen den Kontakten handelt. Demgemäß muß man auch die Arbeitsbedingungen dieser Schalter untersuchen. Die Schaltgeschwindigkeit der Wasserschalter wurde von Biermanns mit 2 ··· 3 Halbperioden, die der Druckluftschalter mit 1 Halbperiode angegeben. Da keine Druckerhöhung beim Durchgang der Druckluft durch den Bogen stattfindet, tritt auch keine mechanische Reaktion ein, und es erübrigt sich infolgedessen eine besondere Verankerung der Schalter. Im übrigen bestätigt die Aussprache die Schlußfolgerungen des Berichterstatters Perrochet: 1. England und Amerika bleiben Anhänger der Ölschalter, welche durch entsprechende Vorrichtungen zur Verminderung der Brand- und Explosionsgefahr eine hohe Betriebsicherheit erreichen. 2. Auf dem Kontinent, insbesondere in Deutschland, sind die öllosen und ölarmen Schalter schon in ziemlich ausgedehnter Verwendung, und die mit ihnen gemachten Erfahrungen sprechen zu ihren Gunsten. 3. Die Beurteilung der Schalter für sehr hohe Spannungen sowie die Bewertung der einzelnen Ausführungsformen muß weiteren Erfahrungen mit diesen noch in Fluß befindlichen Konstruktionen vorbehalten werden.

Messungen und Meßeinrichtungen.

Berichterstatter Barbagelata (Italien).

Vassillière-Arlhac (Frankreich, 12) behandelt die „Zusammenfassung der Meß- und Kontrolleinrichtungen von Energiezentralen in einer Zentralschaltstelle" und untersucht die thermische und elektrische Überwachung in ihrer allgemeinen Funktion sowie hinsichtlich der verwendeten Apparate. Die aufgeworfene Frage, ob man für die Zentralschaltstelle Miniaturgeräte oder große Schaltpulte und Kontrolltafeln verwenden soll, findet in der Aussprache für beide Lösungen Verteidiger. Für Zentralüberwachungstellen von 30 ··· 40 Werken kommt nur die erste Lösung in Frage. Die Rolle der Überwachungsperson ist auf ein einziges Hirn zu beschränken, welches urteilt und Befehle ausgibt, während die Schaltungen selbst von anderem Personal durchzuführen sind.

Keinath (Deutschland, 23) gibt einen eingehenden Bericht über den gegenwärtigen Stand der technischen Entwicklung und der bisherigen Erfahrungen mit „Meßeinrichtungen für Höchstspannungsanlagen", im besonderen Strom- und Spannungswandler, soweit sie für den Bau von Schaltanlagen von Interesse sind. Dabei wird vom Standpunkt der Betriebsicherheit und Wirtschaftlichkeit ausgegangen. Hinsichtlich der Isolierung sieht Keinath in der Vereinigung von Zellulosepapier und Transformatorenöl eine für Meßwandler ideale Lösung, welche bei Trocknung und Imprägnierung nach den Erfahrungen der Hochspannungskabeltechnik an Betriebsicherheit den höchsten Anforderungen entspricht. Der Kabeltechnik wird auch die Verlustwinkelmessung als geeignetes Mittel zur Gütebestimmung mit bestem Erfolge entnommen. Keinath empfiehlt, auf besondere Schutzeinrichtungen, wie Überbrückungswiderstände für Stromwandler und Vorwiderstände für Spannungswandler, zu verzichten. Das zuverlässigste Mittel gegen Sprungwellen bei Überspannungen liegt in der verstärkten Isolierung der Primär- bzw. Eingangswicklung des Wandlers. Für Stromwandler wird die Stabwandlertype mit Anwendung der hochpermeablen Nickel-Eisen-Legierung vorgeschlagen. Für Höchstspannungsanlagen setzt sich der einpolige Spannungswandler durch. Keinath tritt für die einstufige Ausführung der Spannungswandler gegenüber der Kaskadenausführung ein.

Iliovici (Frankreich, 67) beschreibt Kaskadenstrom- und -spannungswandler.

In der Aussprache kam zum Ausdruck, daß die vom VDE eingeführte Prüfspannung: $(2{,}2\,U + 2000\,\mathrm{V})$

Digitized by Google

reichlich hoch sei, den Spannungsversuchen werde eine zu große Bedeutung beigemessen; man schlug Dauerversuche als Typenprüfung vor. Insbesondere wird die vorzügliche Verwendbarkeit der Verlustwinkelbestimmung als Prüfverfahren allgemein anerkannt. Angesichts der bedeutenden Verbesserung der Baustoffe für Wandler und der großen Erniedrigung der erreichten Gewichte wird der Ausführung der einstufigen Wandler gegenüber der Kaskadenausführung zugestimmt.

Gleichstromübertragung.

Berichterstatter Schjölberg-Henriksen (Norwegen).

Der Berichterstatter (25) untersucht die immer mehr in den Vordergrund tretende Frage der „Energieübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom" und teilt die seit 1931 erreichten Fortschritte mit. Diese sind insbesondere gekennzeichnet durch die Einführung der gesteuerten Gitter in die elektrischen Ventile, ihre Anpassung an sehr hohe Spannungen, eine neue vervollkommnete Type eines Lichtbogen-Stromrichters[4] (im Laboratorium bis 200 kV Sperrspannung und 1500 A), neue Schaltungsanordnungen zur Verwendung von elektrischen Ventilen zur Umwandlung von Gleich- in Drehstrom sowie den Bau von Einleiterkabeln für höchste Betriebspannungen (Versuchspannung 500 kV gegen Erde). An dem Beispiel einer Energieübertragung von 1200 MW von Norwegen bis Nordfrankreich werden die technischen und wirtschaftlichen Vorteile aufgezeigt, die durch Übertragung durch hochgespannten Gleichstrom gegenüber einem Drehstromsystem erzielt werden können. Die Verwendung von Kabelleitungen an Stelle von Freileitungen macht die Gleichstromübertragung besonders vorteilhaft. Unter den Aufgaben, welche die Energieübertragung durch hochgespannten Gleichstrom stellt, sind die wichtigsten: der Bau von Gleich- und Wechselrichtern für die höchstmöglichen Spannungen, d. h. mindestens 50 kV, und höchster Stromstärke, z. B. mindestens 1000 A, die Hintereinanderschaltung von Gleichrichtern und von Wechselrichtern für Spannungen gegen Erde von rd. 500 kV und darüber, ferner das Studium der Koronaverluste bei hochgespanntem Gleichstrom und schließlich die Herstellung von Land- und Seekabeln für sehr hohe Gleichspannungen und die Berechnung der wirtschaftlichsten Abmessungen für diese Kabel.

Sitnikow (UdSSR, 9) behandelt die „Verwendung von Stromrichtern mit kalten Elektroden und magnetischer Steuerung", die die Stromunterbrechung bei voller Spannung an den Elektroden ermöglichen. Es wird eine Anordnung mit Aufteilung der Transformatorenwicklung in mehrere parallele oder fast parallele Zweige und Einschaltung eines Stromrichters in jeden dieser Zweige angegeben. Diese Anordnung gewährleistet einen fast sinusförmigen Spannungsverlauf.

Ehrensperger (Schweiz, 14) untersucht die Arbeitsbedingungen der „Quecksilberdampf-Gleichrichter mit Gittersteuerung bei Verwendung als Gleich- und Wechselrichter". Praktisch kann der Wechselrichter mit derselben Gleichspannung wie der Gleichrichter mit der entsprechenden Wechselspannung arbeiten. Man kann daher mit Hilfe eines einzigen Quecksilberdampfventils einen Energieaustausch zwischen einem Drehstrom- und einem Gleichstromnetz, d. h. eine elastische parallele Kupplung zwischen diesen Netzen in verhältnismäßig einfacher Weise durchführen.

In der Aussprache kam folgendes zum Ausdruck: 1. Ehrensperger teilte mit, daß Anodenströme von rd. 400 A bereits mit Hilfe der Gitter unterbrochen wurden. Eine Anlage mit einem einzigen Quecksilberdampfventil als Gleich- und Wechselrichter wird gegenwärtig in Norditalien erbaut. 2. Manche Redner sehen Schwierigkeiten bezüglich der Lieferung der Blindleistung und erörtern eine vielleicht mögliche Rückkehr zur Gleichstromversorgung. Im allgemeinen wird aber diese Besorgnis nicht geteilt, zumal ja genügend Mittel zur Lieferung der Blindleistung bekannt sind. 3. Interessante Mitteilungen machte Delon (Frankreich) über Versuche mit Gleichstromkabeln. Daraus ergibt sich für Gleichstrom-Einleiterkabel mit normaler Masseisolation (mit Öl-Harz-Gemisch imprägniertes Papier) bei dreifacher Sicherheit ein höchster Spannungsgradient von 35 kV/mm gegenüber 5 ··· 6 kV/mm für Massekabel und 10 kV/mm für Ölkabel bei Wechselstrombetrieb. Ein Kabel für 500 kV zwischen Leiter und Bleimantel würde bei einem Leiter von 28 mm Dmr., der einer zulässigen Stromstärke von 500 A entspricht, eine Isolationsstärke von 24 mm erhalten, so daß das ganze Kabel über der Bewehrung einen Durchmesser von 85 mm hätte. Bei einer Spannung von 1 Mill V zwischen den Leitern bei geerdetem Mittelpunkt der Anlage würde somit eine Leistung von 500 MW übertragen werden können. Für Gleichstromkabel ist der Sicherheitskoeffizient 3 dabei reichlich bemessen. Auch aus den Beiträgen anderer Redner geht hervor, daß der Anwendung des Kabelbetriebes für die Energieübertragung durch hochgespannten Gleichstrom eine bedeutende Rolle zukommen wird, während es zweifelhaft ist, ob dem Freileitungsbetrieb für Gleichstrom in wirtschaftlicher Hinsicht Bedeutung zukommt.

Isolierstoffe.

Berichterstatter Drewnowski (Polen).

In einem im Namen des Studienkomitees für Isolierstoffe überreichten Bericht von Drewnowski (Polen, 4) wird ein „allgemeiner Überblick über die Eigenschaften und Versuchsverfahren der festen Isolierstoffe" sowie der internationalen und in den verschiedenen Ländern bestehenden Vorschriften gegeben. Dabei werden nacheinander die physikalischen, elektrischen, thermischen, chemischen und mechanischen Eigenschaften behandelt.

Lulofs und van Staveren (Holland, 119) geben in einem Bericht über die „Eigenschaften von Isolierstoffen aus Bakelitpapier" Prüfverfahren zur Untersuchung der Stabilität an. Insbesondere werden die Änderung der dielektrischen Verluste mit der Spannung und Temperatur sowie die elektrische Festigkeit des Stoffes untersucht und chemische Prüfungen durchgeführt.

Goodlet (England, 10) verweist in einem „Beitrag über die Harzpapier-Isolation" zuerst auf die Unterscheidung zwischen „Bakelitpapier", bei dem synthetisches Harz, und „Schellackpapier", bei dem natürliches Harz Verwendung findet. Es werden die Herstellung und die Eigenschaften (elektrische Festigkeit, dielektrische Verluste, Alterung, Zerstörung im Betrieb) der Harzpapier-Isolierung sowie Versuche mit ausgeführten Durchführungsisolatoren für Höchstspannungen (500 kV) beschrieben.

Imhof und Stäger (Schweiz, 8) weisen in einem Bericht über „praktische Probleme der Isolierstofftechnik" auf die Bedeutung der Alterung der Isolierstoffe hin und berichten über den heutigen Stand der Kenntnis über die Alterung bei Ölen, Isoliergeweben, Papier und Schellack. Es wird u. a. die Verwendung von Zwischenwänden zur Erhöhung der dielektrischen Gesamtfestigkeit in Ölbädern empfohlen, und es werden einige empirische Gesetze zur Anwendung solcher Zwischenwände angegeben.

In der Aussprache wies Imhof auf den Unterschied zwischen wirklicher Alterung des Stoffes und jener hin, die durch die Glimmentladungen entsteht. Bei Durchführungen ist auf die höchst zulässige Temperatur von 90 °C Rücksicht zu nehmen. Infolge des möglichen Vorhandenseins von Spalten ist die Beanspruchung in der Längsrichtung von Bakelitrohren gefährlich. Gegen Feuchtigkeit gibt es noch keinen vollkommenen Schutzlack. Es wird auf die Alterung der sehr dünnen Ölschichten zwischen den Papierlagen bei Kondensatoren und anderen Apparaten bzw. auf die Gasbildung bei Wechselstrombeanspruchung hingewiesen. Es herrscht keine einheitliche Auffassung darüber, ob die saure Reaktion die Ursache der Alterung oder eine Folgeerscheinung derselben ist. Imhof bestreitet den ungünstigen Einfluß von Glimmentladungen, die oft an metallischen Teilen auftreten.

Ein anderer viel erörterter Punkt war die Einführung einer neuen Angabe, welche für gewisse Eigenschaften von Isolierstoffen sehr kennzeichnend sein soll, nämlich der Prozentsatz von freien Wasserstoffionen. Dieser in der Papierindustrie und anderen verwandten Industrien viel untersuchte Wert soll sich gelegentlich empfindlicher erwiesen haben als die Verlustwinkelbestimmung.

(Fortsetzung folgt.)

[4] Vgl. Marx, ETZ 1933, S. 396.

Digitized by Google

Trägerfrequenztelephonie auf mehreren Doppelleitungen desselben Gestänges*.

(Mitteilung aus dem Zentrallaboratorium der Wernerwerke der Siemens & Halske AG.)

Von R. Feldtkeller, Berlin.

Übersicht. In Gebieten großer Maschenweite und schwacher Gesprächsdichte des Fernsprechnetzes ist zur Bündelung trägerfrequenter Weitferngespräche mehr als eine Doppelleitung eines Gestänges mit Trägerfrequenzkanälen auszurüsten. Die Bündelung gestattet die wirtschaftliche Anwendung gemeinsamer Zwischenverstärker; die mangelhaften Nebensprecheigenschaften der Freileitungen verlangen sorgfältige Kreuzung der Leitungen, genaue Scheinwiderstandanpassung aller Systeme, teilweise Unterdrückung der Trägerwelle längs der Leitung und Verwendung verschiedener Seitenbänder auf beiden Leitungen. Die technischen Mittel, mit denen diese Bedingungen erfüllt werden können, werden nach Gesichtspunkten der Betriebsicherheit und der Wirtschaftlichkeit ausgewählt.

Die Trägerfrequenztelephonie auf Freileitungen hat im Fernsprechverkehr zwei verschiedene Aufgaben zu erfüllen. Sie übernimmt erstens den Zubringerverkehr zum internationalen Fernsprechnetz in dessen weitmaschigen Randgebieten, und sie ersetzt zweitens im Rahmen des internationalen Fernsprechnetzes das Fernkabel in denjenigen Gebieten, in denen die geringe Verkehrsdichte das Verlegen von vielpaarigen Fernkabeln nicht oder noch nicht rechtfertigt. Der Übergang zwischen diesen beiden Anwendungsgebieten ist selbstverständlich verwaschen.

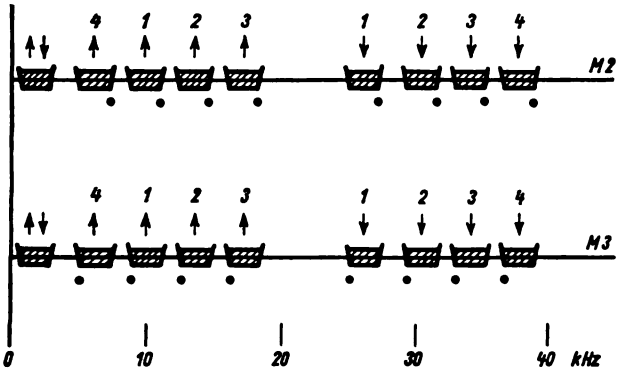


Abb. 1. Frequenz- und Richtungsverteilung benachbarter Trägerfrequenzsysteme.

In den weitmaschigen Teilen des Fernsprechnetzes laufen alle Gespräche auf große Entfernungen gemeinsam. Sie können gebündelt werden, und es wird hierbei oft nicht ausreichen, eine einzige Leitung des Gestänges mit 3 Trägerfrequenzgesprächen zu belegen wie im Zubringerverkehr, und da es technisch unzweckmäßig ist, eine größere Zahl von Trägerfrequenzverbindungen dadurch zu gewinnen, daß man die Frequenzen über 40 kHz ausnutzt, muß man im Frequenzgebiet bis 40 kHz mehr als eine Doppelleitung eines Freileitungsgestänges mit Trägerfrequenzverbindungen belegen. Das bedeutet aber, daß längs des Gestänges jede Frequenz mehrfach benutzt wird, und die sich hieraus ergebenden technischen Aufgaben für den Bau von Trägerfrequenzsystemen bildeten den Gegenstand des Vortrages.

Freileitungen sind dem Einfluß von Temperatur und Wetter voll ausgesetzt und zeigen im Gegensatz zum Erdfernkabel große und häufige Dämpfungschwankungen. Die Stabilität von Zweidrahtleitungen mit vielen Zwischenverstärkern ist unzureichend, man schaltet deshalb die Kanäle der Trägerfrequenztelephonie paarweise zu Vierdrahtverbindungen zusammen. Im Verkehr auf große Entfernungen verwendet man neben dem Niederfrequenzgespräch die vier Trägerfrequenzverbindungen des von der Siemens & Halske AG. entwickelten Mehrfach-Trägerfrequenzsystems M 2, dessen Frequenzverteilung Abb. 1 zeigt. Die 8 Kanäle sind in 2 Gruppen zu je 4 Kanälen zusammengefaßt, die untere Gruppe wird in einer Richtung, die obere in der Gegenrichtung benutzt; der Abstand der unteren Gruppe vom Niederfrequenzgespräch und von der oberen Gruppe ist groß, um die Gruppen in den Zwischenverstärkerämtern bequem durch Siebschaltungen voneinander trennen zu können. Die Durchlaßbereiche dieser Siebschaltungen sind relativ groß, so daß sie keine merklichen Dämpfungs- und Laufzeitverzerrungen verursachen, was von besonderer Wichtigkeit ist, da man im Verkehr über sehr große Entfernungen mit einer großen Zahl von Zwischenverstärkern rechnen muß.

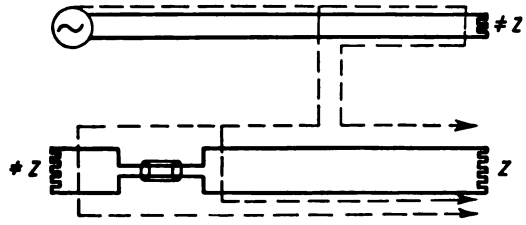


Abb. 2. Indirektes Gegennebensprechen durch Reflexion.

Bei der Vielfachausnutzung einer Doppelleitung kann ein Nebensprechen von einem Trägerfrequenzgespräch auf ein anderes oder das Niederfrequenzgespräch nur dadurch entstehen, daß in nichtlinearen Teilen des Übertragungsystems, z. B. in Krarupkabeln oder Verstärkerröhren, durch Kombinationstonbildung neue Frequenzen entstehen und diese neuen Frequenzen in die anderen Kanäle fallen und von dort zum Teilnehmer gelangen.

Bei der Vielfachausnutzung zweier Doppelleitungen desselben Gestänges kommen im allgemeinen auf beiden Doppelleitungen dieselben Frequenzen gleichzeitig vor; die Nebensprechdämpfungen betragen selbst bei guten Freileitungen im Gebiet so hoher Frequenzen nur wenige Neper, und es ist dem Zusammentreffen einer ganzen Reihe von physikalisch interessanten Eigenschaften gekoppelter Freileitungen und der Trägerstromsysteme zu verdanken, daß unter diesen Umständen eine Ausnutzung zweier Doppelleitungen desselben Gestänges mit Trägerstromtelephonie überhaupt möglich ist.

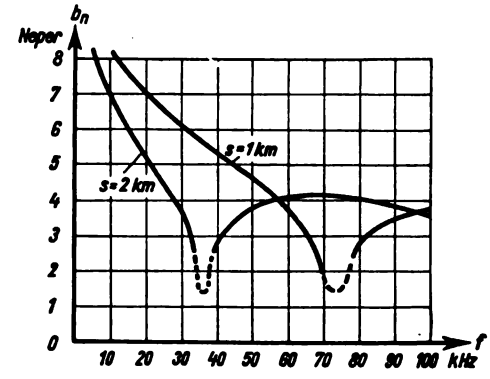


Abb. 3. Nebensprechdämpfung zweier Freileitungen mit Kreuzungschritten $s = 1$ km und $s = 2$ km.

Man vermeidet zunächst Pegelunterschiede, indem man auf beiden benachbarten Doppelleitungen dieselben Frequenzen nur in gleicher Richtung verwendet, wie dies in Abb. 1 durch Richtungspfeile für die beiden M_2 und M_3 genannten Systeme angedeutet ist. Bei beiden wird die untere Gruppe in der einen, die obere Gruppe in der anderen Richtung benutzt. So bleibt nur das Gegennebensprechen wirksam.

Um das Gesprächsgeheimnis zu wahren, kann man bei Trägerfrequenztelephonie-Systemen das Gegennebensprechen dadurch unverständlich machen, daß man in einem System das obere, im benachbarten System das untere Seitenband verwendet. Die Gegennebensprechströme ergeben dann nach der Gleichrichtung mit der Trägerfrequenz des gestörten Systems Sprache mit vertauschter Frequenzfolge, die in hohem Grade unverständlich ist.

Eine wichtige Frage bei allen Trägerfrequenzsystemen ist die Frage nach der Übertragung oder Unter-

* Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 11. IV. 1933. Eine Besprechung hat nicht stattgefunden.

Digitized by Google

drückung eines der beiden Seitenbänder und der Trägerfrequenz selbst. Diese Frage war auch bei der Ausnutzung zweier benachbarter Leitungen neu zu stellen und zu beantworten. Bekanntlich entstehen bei der Amplitudenmodulation einer Trägerwelle im Modulator symmetrisch zu ihr zwei Seitenbänder, die die eigentlichen Träger der

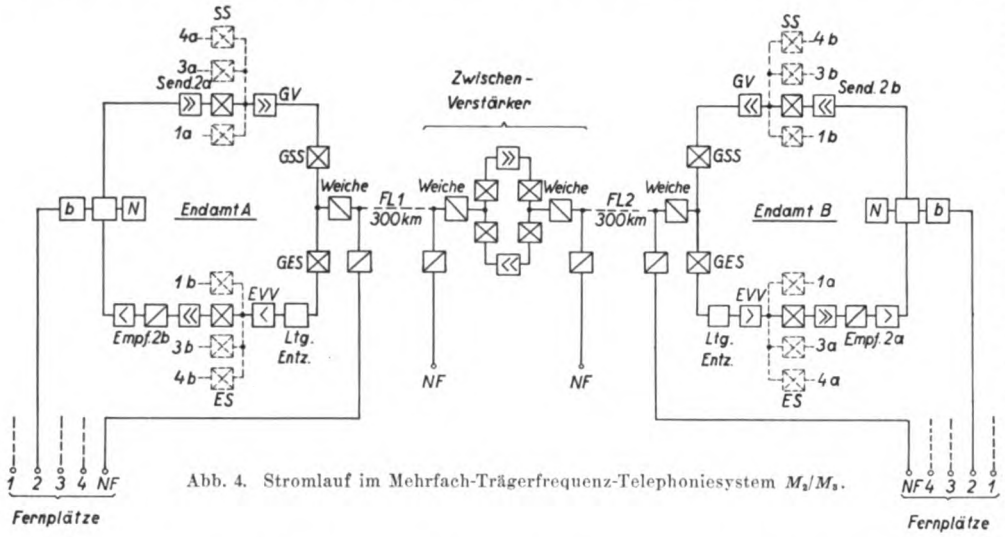


Abb. 4. Stromlauf im Mehrfach-Trägerfrequenz-Telephoniesystem M_3/M_3.

Nachricht sind. Bereits jedes einzelne Seitenband enthält die volle Nachricht, und es ist bei den Mehrfach-Trägerfrequenzsystemen nicht zweckmäßig, beide Seitenbänder über die Freileitung zu übertragen. Denn erstens kann man bei der Einseitenbandübertragung mehr Gespräche in dem gegebenen Frequenzband bis 40 kHz unterbringen; zweitens vermeidet man Kombinationstöne zwischen beiden Seitenbändern, die in jedem nicht idealen Gleichrichter auftreten würden; und drittens gewinnt man die oben geschilderte Möglichkeit, durch abwechselnde Verwendung des oberen und des unteren Seitenbandes das Gegennebensprechen unverständlich zu machen.

Die Trägerwelle ist trotz ihres Namens an der Übertragung der Nachricht überhaupt nicht beteiligt. Nur bei der Demodulation im Empfänger muß sie mit der richtigen Frequenz und Amplitude vorhanden sein. Man kann sie deshalb vom Sender zum Empfänger übertragen oder am Sender unterdrücken und am Empfangsort durch einen Generator neu erzeugen und dem übertragenen Seitenband vor der Demodulation zusetzen. Im Idealfall sind diese beiden Verfahren vollkommen gleichwertig, es dürfte nicht das Geringste an Sprechverständlichkeit verloren gehen. In der Praxis haben beide Verfahren gewisse Vorteile und Nachteile, und es hat sich gezeigt, daß ein Kompromiß zwischen beiden, nämlich die Übertragung einer in ihrer Amplitude wesentlich geschwächten Trägerfrequenz, die am Empfänger durch selektive Verstärkung wieder auf den ursprünglichen Wert gebracht wird, für den hier vorliegenden Fall sehr zweckmäßig ist.

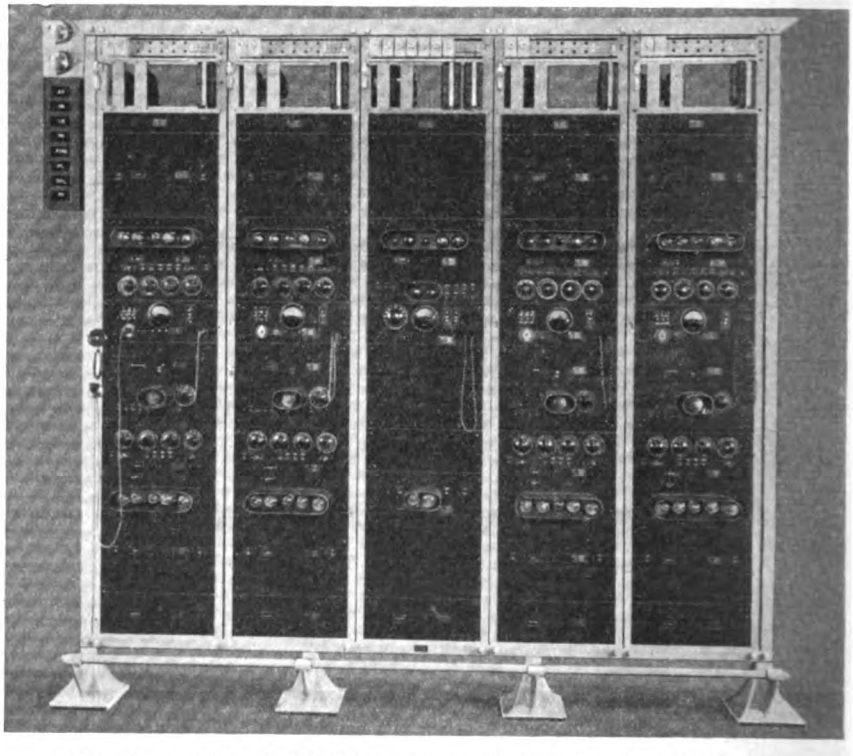


Abb. 5. Endgestell des Mehrfach-Trägerfrequenz-Telephoniesystems M_3/M_3.

Der hierbei übertragene Trägerstromrest beansprucht die gemeinsamen End- und Zwischenverstärker im Vergleich zu den maximalen Seitenbandamplituden nur unwesentlich, so daß eine gemeinsame Verstärkung aller Kanäle einer Gruppe ohne unzulässige Kombinationstonbildung möglich ist. Bei zwei auf Nachbarleitungen mit gleicher Frequenz arbeitenden Gesprächen können zur Geheimhaltung verschiedene Seitenbänder genommen werden, ohne daß die übersprechenden, um etwa 2500 Hz versetzten Trägerstromreste störende Dauertöne verursachen, da sie in der Amplitude zu klein sind. Die Zeichenübertragung ist absolut frequenztreu, da das Neuzusetzen der Trägerfrequenz am Empfangsende vermieden wird, was nicht nur für die Übertragung von Sprache und Musik, sondern auch für die Übertragung von Tonfrequenztelegraphie über die Trägerfrequenzkanäle wichtig ist. Und schließlich können die Trägerstromreste zur einfachen Pegelüberwachung jedes einzelnen Kanals während des Betriebes benutzt werden. Hierdurch kann jede plötzlich bei Wetterumschlag auftretende Dämpfungsänderung sofort erkannt und ohne Betriebsstörung ausgeregelt werden.

Von den gemeinsamen End- und Zwischenverstärkern muß trotz der Schwächung der Trägerströme eine außerordentlich große Linearität verlangt werden, um in ihnen nichtlineares Nebensprechen zu vermeiden. Das bequemste Mittel, die Kennlinie einer Verstärkerröhre zu linearisieren, ist die Überanpassung. Sie kann leider nicht angewendet werden, da die Anpassung aller Verstärker an die Leitung notwendig ist, um das lineare Nebensprechen von einer Doppelleitung auf die andere zu unterdrücken. Hier spielt also die Ausnutzung mehr als einer Doppelleitung eines Gestänges in die Bemessung der gemeinsamen Zwischenverstärker wieder hinein.

Weitere Mittel zur Linearisierung einer Verstärkerröhre sind geringe Aussteuerung und Klirrfaktorkompensation, die beide in den Trägerfrequenzsystemen angewendet werden. Der Klirrfaktor der Endröhre kann durch einen entgegengesetzten Klirrfaktor der Vorröhre bei geeigneter Bemessung der Verstärkerdaten erheblich vermindert werden. Daß die Übertrager der Zwischenverstärker und die Induktivitäten der Gruppensiebschaltungen so ausgebildet werden, daß in ihnen keine unzulässigen Kombinationstöne entstehen, mag erwähnt sein. Es ist mit den heute zur Verfügung stehenden magnetischen Werkstoffen leicht möglich.

Das lineare Nebensprechen, das bei Ausnutzung mehr als einer Doppelleitung eines Gestänges mit Trägerfrequenztelephonie wirksam wird, entsteht durch magne-

Digitized by Google

tische und kapazitive Kopplungen der benachbarten Leitungen. Sind die Leitungen homogen, so sind die magnetischen und kapazitiven Kopplungsströme für jedes Kopplungselement gleich groß, jedoch so gerichtet, daß von der Kopplungstelle aus auf der gestörten Leitung nur zum Anfang hin eine Welle läuft, zum fernen Ende jedoch nicht. In genau homogenen Leitungen führen also Kopplungen immer nur zu Nebensprechstörungen, jedoch nur zu Gegen-Nebensprechstörungen.

Die Homogenität kann z. B. durch Kabelstücke, die in die Freileitung eingeschaltet sind, oder durch Abschlußwiderstände, die nicht mit dem Wellenwiderstand der Freileitung übereinstimmen, gestört werden. Dann treten reflektierte Ströme auf, die ein indirektes Gegennebensprechen verursachen. Abb. 2 zeigt drei solche reflektierten Gegen-Nebensprechströme. Sie können klein genug gehalten werden, wenn die systematischen Kopplungen längs der beiden benachbarten Freileitungen klein bleiben, und wenn alle Stoßstellen in den Wellenwiderständen beider Leitungen vermieden werden.

Die systematischen Kopplungen macht man durch Auskreuzen unschädlich. Der Kreuzungschritt muß jedoch klein sein gegen die Wellenlänge. Abb. 3 zeigt die Nebensprechdämpfung zweier unendlich langen Freileitungen normaler Bauart bei Kreuzungschritten von 1 und 2 km. Im Frequenzband bis 40 kHz ist ein Kreuzungsschritt von 2 km und darüber schon unwirksam. Der Kreuzungschritt ist der Abstand von einer Kreuzungsstelle auf einer Leitung bis zur nächsten Kreuzungstelle auf der benachbarten Leitung und muß demnach etwa 1 km betragen.

Unsystematische Kopplungen, die sich der Kompensation durch Auskreuzen entziehen, müssen klein gehalten werden.

Die Durchhangsdifferenzen sollen klein sein, die Abstände sollen genau eingehalten werden. Platzwechsel soll möglichst vermieden werden. Ist er unvermeidbar, soll er mit einem neuen Kreuzungsabschnitt zusammenfallen; die dazu nötigen Abweichungen im Kreuzungsschritt sollen den Schritt verkleinern, niemals vergrößern. Die Kreuzungen selbst und der Platzwechsel müssen so ausgeführt sein, daß der Leiterabstand dabei gewahrt bleibt. Einführungstellen nur zur Untersuchung und Überwachung sollen vermieden werden, usw. Kurz, alles was die Homogenität der Leitung stört, ist der Mehrfachausnutzung mehrerer Leitungen eines Gestänges durch Trägerfrequenztelephonie abträglich.

Weitere Reflexionsstellen können an den Zwischenverstärkern und Endapparaten entstehen, wenn deren Scheinwiderstände nicht genau an den Wellenwiderstand der Freileitungen angepaßt sind. Hierzu müssen besonders die Siebschaltungen, mit denen vor und hinter jedem Verstärker die obere und untere Frequenzgruppe voneinander getrennt werden, besonders ausgebildet sein. Man erreicht mit besonderen, sehr verwickelten Kunstschaltungen Verstärker-Scheinwiderstände, die nur um wenige Prozent vom Wellenwiderstand der Freileitung abweichen.

Abb. 4 zeigt das Prinzipschaltbild einer Trägerfrequenzverbindung nach den dargelegten Gesichtspunkten. Dargestellt ist eine Verbindung über einen Zwischenverstärker zwischen zwei Endämtern. Die Niederfrequenzgespräche werden den Freileitungen über Weichen zugeführt, die Hochfrequenzteilnehmer werden mit den Endgestellen über Niederfrequenzgabeln verbunden. Im Sender verstärkt und moduliert, werden die vier Gespräche über Sendesiebketten *SS* gemeinsam zum Gruppenverstärker *GV* geführt und gelangen über das Gruppensendesieb *GSS* und die Weiche zur Freileitung. Am fernen Endamt fließen die Hochfrequenzströme über die Weiche, durch das Gruppenempfangsieb *GES* und einen Leitungsentzerrer zum Empfangsvorverstärker *EVV*. Hinter diesem werden sie durch die Empfangsiebe *ES* getrennt, im Empfänger gleichgerichtet und über die Niederfrequenzgabel mit dem anderen Teilnehmer verbunden.

Abb. 5 zeigt die Außenansicht eines Endamtes, das aus einem Gruppengestell und vier einzelnen Gestellen besteht, die im oberen Teil die Sender und im unteren Teil die Empfänger enthalten. Ausführlich wird über Einzelheiten dieser Gestelle an anderer Stelle berichtet werden.

Neuzeitliche Anwendungen der Braunschen Röhre*.

Von **J. Kammerloher**, Berlin.

Übersicht. In Abschnitt 1 wird die Anwendung der Braunschen Röhre zur Aufnahme und zur Demonstration von Zeitkurven periodischer Vorgänge gezeigt. Abschnitt 2 bespricht eine Anordnung zur Aufnahme und Demonstration von Röhrenkennlinien mit der Braunschen Röhre. Abschnitt 3 zeigt die Aufnahme von Frequenzkurven mit der Braunschen Röhre. Die Brauchbarkeit der angegebenen Anordnungen wird durch eine Reihe aufgenommener Kurven belegt.

Für die Erforschung und das Studium vieler elektrischer Schwingungsvorgänge ist die Braunsche Röhre ein vorzüglich geeigneter Apparat; dieses trifft ganz besonders für die neuzeitlichen Konstruktionen[1] zu. Seit es dem Verfasser gelang, mit einfachen Mitteln eine zeitproportionale Zeitablenkung[2] zu erzeugen, die für periodische Vorgänge synchronisiert werden kann, ist die Braunsche Röhre für die Aufnahme und ganz besonders für die Demonstration von periodischen Schwingungsvorgängen gut geeignet. Man erhält mit der vorgenannten Anordnung stehende Zeitkurven für beliebige Frequenzen innerhalb eines durch die Kippanordnung gegebenen Frequenzbereichs. Nachstehend werden an Hand einer Reihe praktischer Aufnahmen Anwendungen der Braunschen Röhre mit Kipprelais und einige andere neuere Anwendungen der Braunschen Röhre gezeigt.

Aufbau der Braunschen Röhre mit Wechselstrom-Netzanschluß.

Abb. 1 zeigt das Netzanschlußgerät in Verbindung mit der Braunschen Röhre. Bei den allerneuesten Konstruktionen kann auch die Heizung der Braunschen Röhre aus dem Netzgerät entnommen werden, ohne daß die Schärfe des Brennflecks darunter leidet[3]. Bei guten Röhren erreicht man Leuchtflecke von weniger als 1 mm Dmr. Da die Wirkungsweise der Braunschen Röhre heute allgemein bekannt ist, geht aus Abb. 1 ohne weiteres das Wesentlichste über die Arbeitsweise dieser Anordnung hervor.

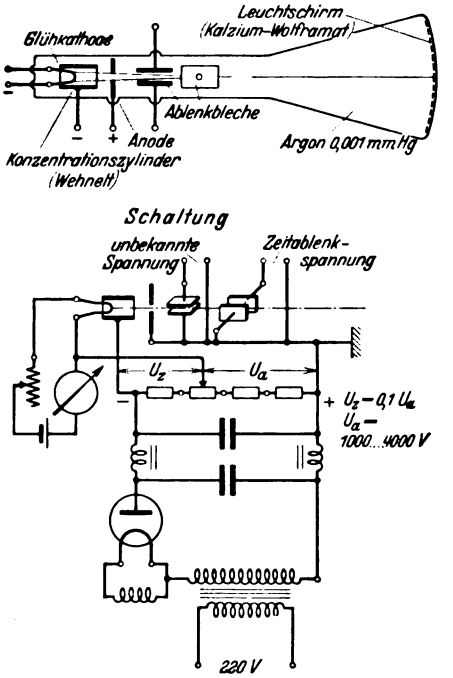


Abb. 1. Aufbau und Schaltung der Braunschen Röhre mit Wechselstrom-Netzanschluß.

---

* Eingeg. 11. X. 1932.

[1] Hersteller solcher sind: Manfred v. Ardenne, AEG, Gundelach und Radio AG. D. S. Loewe.

[2] Aufsatz des Verfassers: ETZ 1931, S. 78.

[3] Wird neuerdings von M. v. Ardenne und mit indirekter Heizung von der Radio AG. D. S. Loewe hergestellt.

Digitized by Google

1. Die Aufnahme periodischer Schwingungsvorgänge.

a) Das Kipprelais.

Um den Aufbau möglichst einfach zu gestalten, wurde das vom Verfasser in der ETZ 1931, S. 78, angegebene Kipprelais verwendet, das inzwischen wesentlich verbessert und außerdem noch mit Netzanschluß ausgerüstet wurde. Da die grundsätzliche Wirkungsweise dieses Kipprelais im vorgenannten Aufsatz gezeigt wurde, geht diese für das Kipprelais mit Netzanschluß ohne weiteres aus den beiden Schaltbildern der Abb. 2 hervor. Neuerdings stellen die AEG und M. v. Ardenne statisch steuerbare Kipprelais her, deren grundsätzliche Wirkungsweise ähnlich dem hier angegebenen ist.

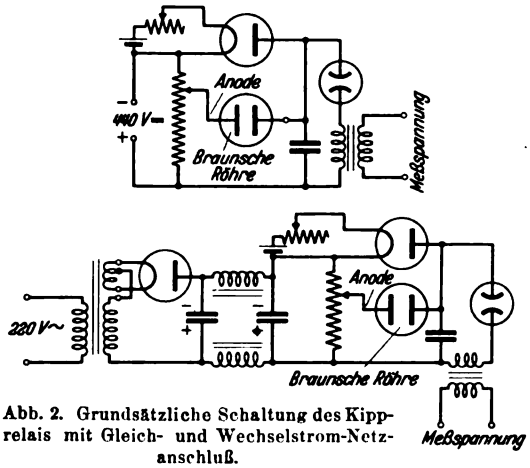


Abb. 2. Grundsätzliche Schaltung des Kipprelais mit Gleich- und Wechselstrom-Netzanschluß.

b) Aufbau und Wirkungsweise der Apparatur.

Die zu untersuchende periodische Wechselspannung wird einerseits an das vertikale Plattenpaar der Braunschen Röhre (Abb. 3), anderseits über einen einstufigen Verstärker an die Synchronisiereinrichtung des Kipprelais (Abb. 2) gelegt[4]. Die im Kipprelais erzeugte Zeitablenkspannung liegt an dem horizontalen Plattenpaar

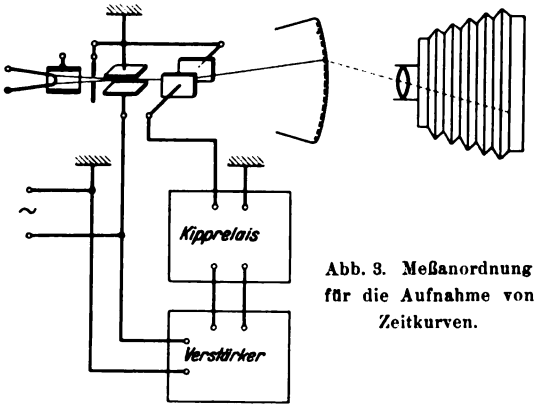


Abb. 3. Meßanordnung für die Aufnahme von Zeitkurven.

(Abb. 3). Durch geeignete Einstellung der Heizung der Laderöhre (Abb. 2) erhält man einen oder mehrere Kurvenzüge der zu untersuchenden Wechselspannung am Schirm der Braunschen Röhre als stillstehende Figur. Durch den Spannungsteiler S in Abb. 2 läßt sich der Kurvenzug in horizontaler Richtung beliebig verschieben bzw. auf Schirmmitte einstellen.

c) Aufnahmen[5].

Die nebenstehend gezeigten Aufnahmen (Abb. 4 ... 7) sind die am Fluoreszenzschirm der Braunschen Röhre jeweils entstandenen stillstehenden Leuchtfiguren, die unmittelbar auf Bromsilberpapier photographiert wurden. Die Belichtungszeit mußte mit Rücksicht auf die geringe Empfindlichkeit der Bromsilberschicht dieser Papiere recht hoch gewählt worden); sie betrug zwischen 5 und 20 s bei einer relativen Öffnung von 1 : 4,5. Daß die Kurven dennoch scharf sind, wie es die Abbildungen[6] zeigen, ist ein Beweis für die einwandfreie Synchronisierung der Zeitablenkung mit der aufzunehmenden Wechselspannung. Der Gleichlauf war so gut, daß auf das gleiche Papier mehrere Vorgänge phasengetreu nacheinander aufgenommen werden konnten (Abb. 4 u. 5). Zur Kontrolle wurde die erste Kurve zweimal, am Anfang und

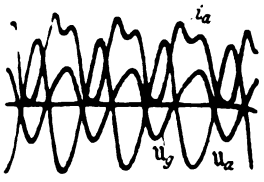


Abb. 4a. Zeitlicher Verlauf der Gitter- und Anoden-Wechselspannung und des Anodenstromes eines selbsterregten Röhrensenders bei 770 Hz.

Abb. 4b. Die statische und dynamische Kennlinie zu Abb. 4a.

am Ende der Aufnahmen, photographiert; eine Abweichung dieser beiden Aufnahmen ist, wie die Abbildungen zeigen, nicht zu erkennen. Abb. 4a gibt die Vorgänge in einem selbsterregten Röhrensender wieder. Als Senderröhre wurde Kraftverstärkerröhre RE 604 verwendet. Die Frequenz betrug 770 Hz. Aufgenommen wurden die Gitter- und Anodenwechselspannung U_g und U_a sowie der Anodenwechselstrom i_a. Der Sender arbeitete in der Dreipunktschaltung. Rechts daneben ist die dynamische Kennlinie, die ebenfalls mit der Braunschen Röhre aufgenommen ist (Abb. 4b), gezeigt. Zum Vergleich ist die statische Kennlinie (S) mit aufgenommen. Abb. 5 zeigt einen gut

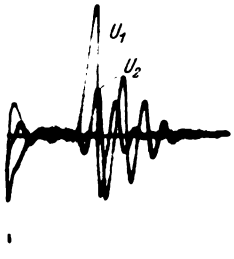


Abb. 5. Zeitaufnahme des Schwingungsverlaufes zweier magnetisch gekoppelter Schwingungskreise bei Stoßerregung ($f \approx 150$ Hz).

Abb. 6. Modulierte Schwingung Trägerfrequenz etwa 1000 Hz. Modulationsfrequenz etwa 50 Hz

gelungenen Versuch, eine gedämpfte Schwingung periodisch zu machen. Zwei fest miteinander gekoppelte Schwingungskreise werden durch eine Kippschaltung periodisch angestoßen. Zweckmäßig verwendet man zur Erregung das von der AEG hergestellte Thyratron. Es sind in Abb. 5 die primäre Kondensatorspannung U_1 und die sekundäre U_2 gezeigt. Die Frequenz betrug rd. 150 Hz, die Belichtungszeit der Kurven je 8 s. In Abb. 6 ist eine modulierte Schwingung dargestellt, deren Trägerfrequenz rd. 1000 Hz und deren Modulationsfrequenz rd. 50 Hz war. Die Belichtungszeit dieser Kurve betrug 5 s. In Abb. 7 ist Hochfrequenz von 10^6 Hz gezeigt, die mit rd. 600 Hz moduliert wurde. Die Belichtungsdauer dieser Kurve betrug 10 s. Die etwas verschwommenen Ränder der modulierten Hochfrequenz sind auf den Gasgehalt der Braunschen Röhre zurückzuführen.

Abb. 7. Modulierte Hochfrequenz, Trägerfrequenz 10^6 Hz, Modulationsfrequenz etwa 600 Hz.

[4] Der Verstärker fällt bei den statisch steuerbaren Kipprelais gewöhnlich fort.

[5] Zu sämtlichen Aufnahmen wurde eine von v. Ardenne hergestellte Röhre verwendet.

[6] Die Oszillogramme sind hier sämtlich auf ½ verkleinert.

Digitized by Google

2. Aufnahme von Röhrenkennlinien.

a) Grundsätzlicher Aufbau.

Die Schaltanordnung ist aus Abb. 8 zu ersehen. Eine Wechselspannung liegt über einem Spannungsteiler und Transformator am Gitter der zu untersuchenden Verstärkerröhre. Die Gittergleichspannung U_g kann nach Bedarf eingestellt werden. Die Gitterwechselspannung der Röhre liegt gleichzeitig an dem horizontalen Ablenkplattenpaar der Braunschen Röhre und schreibt damit die Abszisse. Im Anodenkreis der zu untersuchenden Verstärkerröhre liegt ein Spulenpaar, das durch den Anodenstrom eine vertikale Ablenkung des Kathodenstrahls bewirkt, also die Ordinate schreibt. Da die Gitterspannung und der Anodenstrom gleichzeitig auf den Kathodenstrahl einwirken, entspricht seine Bewegung der Gitterspannungs-Anodenstrom-Kennlinie. Mit dieser Anordnung kann man die Arbeitskennlinien für beliebige Anodenwiderstände $\Re_a$ aufnehmen.

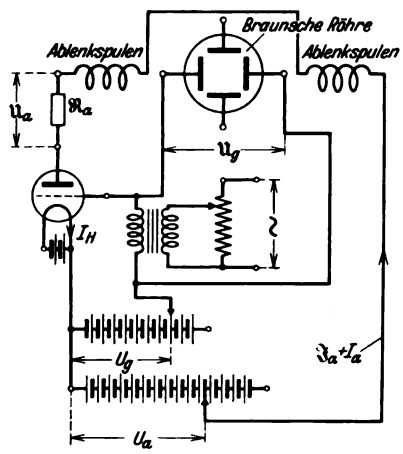
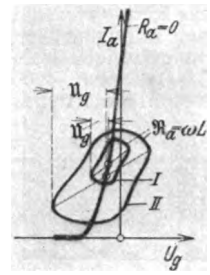


Abb. 8. Aufnahme von Röhrenkennlinien. $\Re_a$ kann beliebig eingestellt werden, z. B. $\Re_a = 0$; $\Re_a = R_a$ und $\Re_a = R_a + j\omega L$.

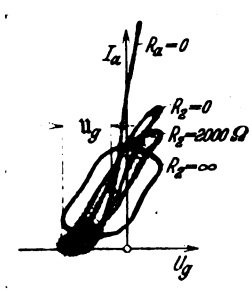
b) Aufnahmen.

In Abb. 9 sind einige mit dieser Anordnung durchgeführte Aufnahmen gezeigt. Die ellipsenähnlichen Figuren in Abb. 9 a sind dynamische Kennlinien einer induktiv belasteten Verstärkerröhre bei zwei verschieden großen Gitterwechselspannungen. Die Abweichung der Kurven von einer Ellipse ist auf die nichtsinusförmige Gitterwechselspannung zurückzuführen. Interessant sind auch die Arbeitskennlinien einer auf einen Ausgangstransformator arbeitenden Verstärkerröhre (Abb. 9 b). Der die Röhre belastende Ausgangstransformator war sekundär über die Widerstände $R_2 = 0$ bis $R_2 = \infty$ geschlossen. Die Figur für $R_2 = 0$ gibt ein Maß für die Streuung des Transformators und diejenige für $R_2 = \infty$ ein Maß für die Primärselbstinduktion desselben. Die Gitterwechselspannung war für den ganzen Versuch konstant. Eine weitere dynamische Kennlinie, u. zw. die eines Röhrensenders, ist in Abb. 4 b gezeigt.



a

Statische Kennlinie ($R_a = 0$); dynamische Kennlinien *I* und *II* bei rein induktiver Belastung ($\Re_a = j\omega L$).



b

Statische Kennlinie ($R_a = 0$); dynamische Kennlinien einer mit einem Ausgangstransformator belasteten Röhre, dessen Sekundärwiderstand $R_2 = 0$, $R_2 = 2000\ \Omega$ und $R_2 = \infty$ war.

Abb. 9. Statische und dynamische Röhrenkennlinien der Röhre RE 604.

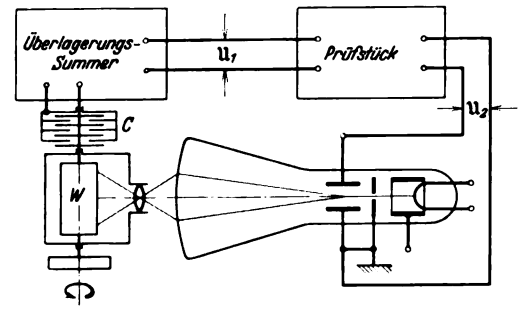
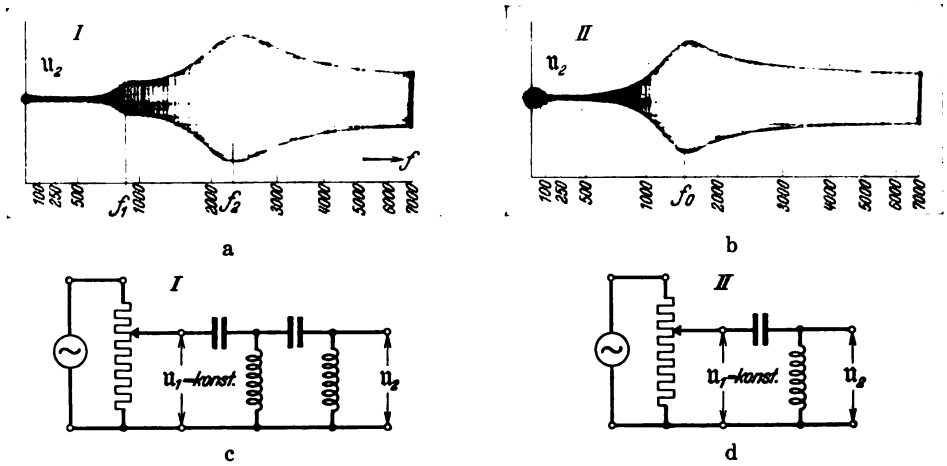


Abb. 10. Anordnung zur Aufnahme von Frequenzkurven.

3. Aufnahme von Frequenzkurven.

a) Grundsätzlicher Aufbau.

Der Drehkondensator *C* eines Überlagerungsummers ist mit der das Bromsilberpapier tragenden Schreibtrommel *W* (Abb. 10) gekuppelt. Jeder Stellung der Schreibtrommel entspricht also eine bestimmte Frequenz. Die Ausgangspannung U_1 des Überlagerungsummers (Abb. 10) ist praktisch frequenzunabhängig und liegt an dem zu untersuchenden Apparat (Prüfstück), dessen Ausgangspannung U_2 mit dem horizontalen (in Richtung der Trommelachse liegenden) Plattenpaar der Braunschen Röhre verbunden ist. Der am Fluoreszenzschirm erzeugte Leuchtfleck beschreibt, da er nur in einer Richtung abgelenkt wird, eine gerade Linie, deren Länge bei symmetrischer Kurvenform der doppelten Amplitude der Ausgangsspannung U_2 entspricht. Durch das Objektiv einer Kamera wird dieser Strich auf das Bromsilberpapier der Schreibtrommel projiziert. Durch Drehen der Trommel *W* (Abb. 10) verschiebt man den Papierstreifen entsprechend der Frequenz, wobei sich die der Ausgangspannung entsprechende Strichlänge, der Frequenzabhängigkeit des zu untersuchenden Apparats gemäß, ändert. Die Randkurve der so entstandenen Fläche entspricht dann der Frequenzabhängigkeit des Prüfstücks.



a b

c d

Abb. 11. Frequenzabhängigkeit einer zwei- und eingliedrigen Kondensatorkette.

b) Aufnahmen.

Mit dieser Anordnung aufgenommene Frequenzkurven sind in den Abb. 11 a und 11 b als Anwendungsbeispiele gezeigt. Sie zeigen die Frequenzabhängigkeit einer zwei- und eingliedrigen Kondensatorkette, deren Schaltungen in Abb. 11 c und 11 d dargestellt sind.

Digitized by Google

Die gleislose elektrische Bahn Idar—Tiefenstein*.

Am 22. II. 1932 wurde auf der Strecke Idar—Tiefenstein (Nahe) ein elektrischer Omnibusbetrieb mit Oberleitung, der zweite dieser Art in Deutschland seit dem Kriege, dem Verkehr übergeben. Die Strecke ist etwa 4200 m lang und steigt von Idar nach Tiefenstein fast ununterbrochen in mäßiger Weise. Die größte Steigung ist 1 : 12 auf etwa 41 m. Es wurden zunächst 2 Omnibusse (Abb. 1) in Dienst gestellt mit je 4 Antriebs- und 2 Lenkrädern, die ein Fassungsvermögen von 49 Fahrgästen auf 25 Stehplätzen und 24 Sitzplätzen haben.

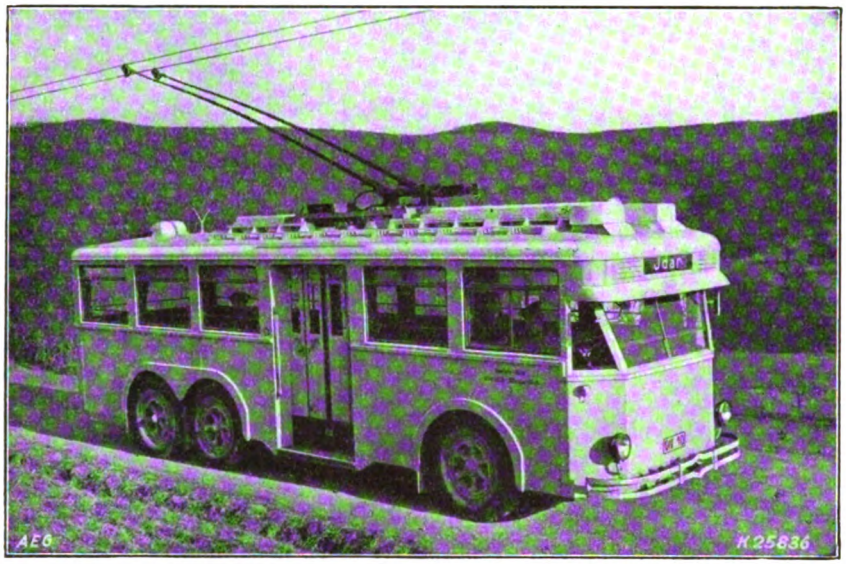


Abb. 1. Oberleitungsomnibus der Strecke Idar—Tiefenstein.

Der Fahrzeugaufbau ist insofern bemerkenswert, als dazu ein besonderes Fahrgestell nicht verwendet wurde, der Wagenkasten ist vielmehr eine sich selbst tragende Stahlkonstruktion. Der Antrieb erfolgt durch 2 in einem quer zur Längsachse des Wagens liegenden Gehäuse vereinigte Hauptstrommotoren. Das Motorgehäuse dient als Hinterachsbrücke. An seinem oberen Teil sind beiderseits T-förmige Tragarme angebracht, durch die mit 4 Schrauben die Verbindung mit dem Wagenkasten hergestellt ist. Von den beiden Motoren erhalten die Hinterräder, 4 mit Riesen-Luftniederdruckbereifung versehene Räder, ihren Antrieb, indem der linke Motor auf die beiden linken und der rechte Motor auf die beiden rechten Hinterräder treibt. Durch diese Arbeitsteilung der beiden Motoranker ist eine Art elektrisches Ausgleichgetriebe hergestellt. Infolgedessen und durch die Anordnung der Motoren als tragende Hinterachsbrücke fallen Kardangelenke und mechanisches Ausgleichgetriebe fort. Die beiden in einem Gehäuse laufenden Motoranker arbeiten unabhängig von einander. Jeder hat eine Leistung von 40 kW bei 1500 U/min und einer Fahrdrahtspannung von 750 bis 850 V. Damit wird eine Fahrgeschwindigkeit von 40 ··· 45 km/h und mehr erreicht. Abb. 2 zeigt das Antriebsgestell mit Motoren, Hinterrädern und Hinterfedern, die zwischen den Lagerböcken der beiden Schwingengehäuse für die Zahnräder in zwei zylindrischen Hülsen untergebracht sind. Die Schaltung der Motoren ist wie bei der Straßenbahn ausgeführt. Beim Anfahren werden die Motoren zunächst hintereinander und dann parallel geschaltet.

Der Innenbeleuchtung des Wagens dienen 14 Glühlampen von je 25 W, die zu je sieben in Hintereinanderschaltung an zwei Stromkreise angeschlossen sind und mit 115 V brennen. Alle anderen Außen- und Innenlampen sind an eine besondere Niederspannungsanlage angeschlossen. Für die Heizung, die ebenfalls an den Fahrstrom angeschlossen ist, sind 4 Heizkörper mit einer Gesamt-Heizleistung von 3 kW unter den Sitzen im Wagen eingebaut.

An die Niederspannungsanlage, die ihren Strom mit 12 V Spannung von einer durch Elektromotor angetriebenen Dynamo mit parallel geschalteter Batterie von 100 Ah Kapazität erhält, sind angeschlossen 2 Streckenscheinwerfer, 2 Seitenlampen, 2 Richtungsanzeiger, 2 Scheibenwischer, 2 Signalhörner, 1 Haltlampe, deren Schalter mit der Fußbremse verbunden ist, eine Notlampe in der Mitte des Stehplatzraumes, 2 auf dem Dach eingebaute Scheinwerfer zur Erleichterung des Anlegens der Stromabnehmer bei Dunkelheit, ein Rücklicht, eine Lampe am Schaltpult, zwei Steckdosen, ein optisch-akustisches Schaffnersignal und ein Ventilator.

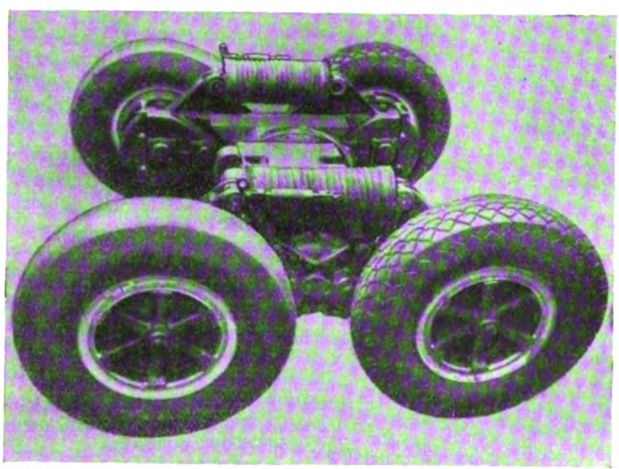
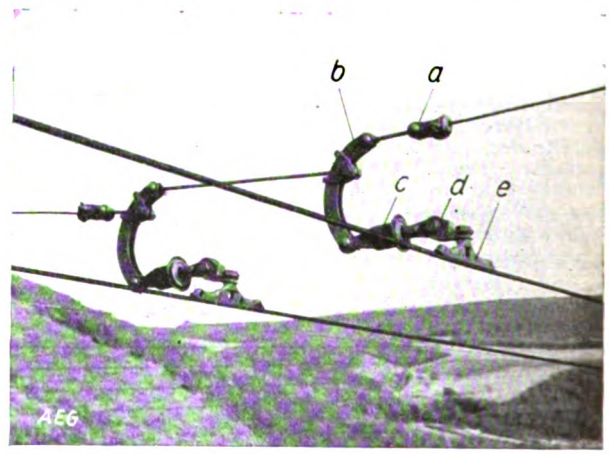


Abb. 2. Antriebsgestell des Oberleitungsomnibus der Strecke Idar—Tiefenstein.



a Würgebundklemme *b* Kurvenhalter *c* Hängeisolator *d* Gelenkgabel *e* Fahrdrahtklemme

Abb. 3. Fahrdrähte-Aufhängung in Kurven der Strecke Idar—Tiefenstein vermittels Kurvenbügel.

Die Rollenstromabnehmer gewährleisten durch die Länge ihrer Stangen sowie durch die besondere Konstruktion des Stromabnehmerbockes und seine Lagerung noch ein betriebsicheres Arbeiten bei einem etwa 4,5 m seitlich vom Fahrdraht fahrenden Wagen.

Die Fahrleitungsanlage ist zweidrähtig mit Fahrdrähten von 80 mm² Querschnitt ausgeführt. Um Fahr-

* Nach einer Veröffentlichung von A. Schiffer, R. W. E. Essen.

Digitized by Google

drahtbrüche als Folgen der vertikalen und mehr noch der horizontalen Drahtschwingungen zu vermeiden, sind die Fahrdrähte sowohl in der Geraden als auch in den Krümmungen freibeweglich aufgehängt. In der Geraden ist die Aufhängung des Isolators als Kettenglied ausgebildet, und in stärkeren Krümmungen sind Kurvenbügel (Abb. 3) angeordnet, von denen die horizontalen Schwingungen des Fahrdrahtes aufgenommen und auf den Querdraht übertragen werden, während die vertikalen Schwingungen von dem Isolator aufgenommen werden, der in seinem Drehpunkt am unteren Ende des Kurvenbügels schwingt. Der Querschnitt der Fahrdrähte ist oval und mehr breit als hoch, so daß die Drähte in der waagerechten Ebene ein größeres Widerstandsmoment gegen scharfe Knicke besitzen. Die Luftweichen sind als Federweichen ausgeführt und für eine Fahrtrichtung gestellt. Bei Benutzung in der anderen Richtung müssen sie aufgeschnitten werden.

Die Fahrstromlieferung erfolgt durch die Maschinenanlage der Straßenbahn Oberstein—Idar, die mit 600 V arbeitet. Die fehlende Spannung wird in einer Zusatzmaschine erzeugt. Der negative Fahrdraht ist an die Schienen der Straßenbahn angeschlossen. *Rgr.*

Die Elektrizitätswirtschaft der nicht zur Preußenelektra gehörenden öffentlichen Unternehmungen im Versorgungsgebiet der Provinz Hannover, Hansestädte Hamburg, Bremen und Lübeck, Freistaat Oldenburg, Schaumburg-Lippe, Lippe-Detmold, Oberhessen vom Freistaat Hessen und Provinz Hessen-Nassau im Betriebsjahr 1932*.

Von Dr.-Ing. O. **Wilkening**, Hannover.

Übersicht. In dem nachfolgenden Aufsatz ist die Elektrizitätswirtschaft eines großen Gebietes behandelt worden, das von der Nordsee bis an den Main reicht und in der Nachkriegszeit besonders stark von der Elektropolitik des preußischen Staates beeinflußt wurde. Mehrere große kommunale Zweckverbände und Städte sind in der Elektrizitätsversorgung noch selbständig geblieben. Die elektrizitätswirtschaftlichen Daten dieser von der Preußenelektra nicht abhängigen Unternehmungen sind hier statistisch erfaßt. Charakteristisch für den ganzen Bezirk ist der weit über den Durchschnitt in Deutschland hervorragende Einfluß der öffentlichen Hand (Staat und Kommunen)[1].

Für die Betrachtung der Elektrizitätswirtschaft eines Gebietes ist dessen allgemeiner wirtschaftlicher Aufbau wichtig. Deshalb soll kurz erwähnt werden, daß in dem beschriebenen Gebiet nicht ein einzelner Wirtschaftszweig ausschlaggebend ist, wie z. B. die Industrie im Westen oder die Landwirtschaft im Osten, sondern daß hier jeder Zweig menschlicher Arbeitstätigkeit betrieben wird: Forst- und Landwirtschaft, Eisen-, Stahl- und verarbeitende Industrie, Handwerk, See- und Binnenschiffahrt, Einzel-, Groß- und Überseehandel und Verkehrsgewerbe.

Für die in dem oben genannten Gebiet vorwiegend konzentrierte Elektrizitätserzeugung spielen die westfälische Kohle und die mitteldeutsche Braunkohle die größte Rolle. Zahlenmäßig geringere Bedeutung haben die Wasserkraftwerke der Werra, Fulda, Weser und Aller, die als Laufwasserkräfte in Verbindung mit der Erfüllung wasserwirtschaftlicher Aufgaben (Edertalsperre) erbaut worden sind. Zu erwähnen sind in diesem Zusammenhang die Söse- und Odertalsperre der Harzwasserwerke der Provinz Hannover, die seit einiger Zeit immer mehr Spitzenstrom zur Verfügung stellen kann. Als Ölantriebskraft verdient der 11 000 kW-Dieselmaschinensatz der Hamburgische Electricitäts-Werke AG (HEW) als der größte der Welt hervorgehoben zu werden. Eine moderne Energiewirtschaft betreiben die HEW durch Verbindung der Elektrizitätsversorgung mit der Fernheizung, indem sie den Abdampf einiger Turbinen zu Heizzwecken verwenden.

Die Elektrizitätswirtschaft des hier behandelten Bezirkes, der zeitweise im Mittelpunkt großer elektropolitischer Machtkämpfe stand, ist in den letzten Jahren durch die staatliche Preußische Elektrizitäts-AG. (Preußenelektra) insofern stark beeinflußt worden, als zahlreiche Privat-, Gemeinde-, Genossenschafts- und Stadtbetriebe und sogar mittlere Überlandzentralen unter der Führung der Preußenelektra zu großen Stromversorgungs-Gesellschaften vereinigt wurden. Immerhin haben die großen Städte Hamburg, Bremen, Lübeck, Hannover, Kassel, Frankfurt a. M. und mehrere Mittelstädte, ferner größere kommunale Zweckverbände, wie das Überlandwerk Nordhannover, das EW. Minden-Ravensberg, das EW. Wesertal, die E.A.G. Mitteldeutschland, auch die von der Thüringer Gasgesellschaft betriebenen Elektrizitätswerke und einige Kreis-Überlandwerke ihre Selbständigkeit gewahrt. Einige davon sind zwar zum Strombezug von der Preußenelektra übergegangen, durch das Recht der Stromverteilung in Verbindung mit teilweise leistungsfähigen Kraftwerken haben sie in ihrer Gesamtheit aber einen nicht zu unterschätzenden Einfluß auf die Elektrizitätsversorgung des Gebietes. Die nachfolgenden Zahlen, die auf Grund der Statistik 1932 der VDEW errechnet sind, geben eine Übersicht. Berücksichtigt sind darin die wichtigeren Stromversorgungsunternehmungen, die nicht zum Preußenelektra-Konzern gehören.

Besonders charakteristisch für das betrachtete Elektrizitätswirtschaftsgebiet ist, daß hier — wie in keinem Gebietsteile Deutschlands — die öffentliche Hand (Staat, Provinz, Kreise, Städte) zu mehr als 85 % in der Elektrizitätsversorgung führend ist, während keine der beiden Gruppen Staat und Kommune allein einen absolut maßgeblichen Einfluß hat.

Ein weiterer Ausbau der Kraftwerke kommt wegen der großen Kapazität der vorhandenen in nächster Zeit wohl kaum in Frage, es sei denn, daß im Rahmen des Arbeitsbeschaffungsprogrammes unter Berücksichtigung wasserwirtschaftlicher Aufgaben (Hochwasserschutz) mehrere Projekte im Harz in Angriff genommen würden.

[1] Siehe z. T. auch: Wilkening, Das Wirtschaftsgebiet Niedersachsen im Rahmen der deutschen Elektrizitätswirtschaft. Diss. T. H. Hannover 1932.

Statistische Übersicht für das Jahr 1932.

A = Städte. B = Überlandwerke.

	Maschinenleistung kW	Gesamtleistung einschl. Bezug kW	Antriebskraft Dampf kW	Öl kW	Wasser kW	Gas kW	Einwohnerzahl
A	451 500	700 000	420 500	21 000	9 000	1 000	3 650 000
B	98 500	320 000	80 000	7 500	11 000	—	3 200 000
	550 000	1 020 000	500 500	28 500	20 000	1 000	6 850 000

	Erzeugung MWh	Bezug MWh	an Großverbraucher MWh	Kleinverbr. o. Landw. MWh	landw. Gebiete MWh	öffentliche Beleuchtung MWh	Bahnen MWh	Wiederverkauf und Verlust MWh
A	726 000	216 000	391 000	237 000	1 500	17 800	68 700	226 000
B	117 000	387 000	229 000	41 500	90 500	4 000	6 500	132 500
	843 000	603 000	620 000	278 500	92 000	21 800	75 200	358 500

* Gehört zur Aufsatzreihe über die öffentliche Elektrizitätswirtschaft der Versorgungsgebiete Deutschlands und des Auslandes im Jahre 1932 (vgl. ETZ 1933, S. 601, 772, 842). Weitere Aufsätze folgen. D. S.

Digitized by Google

A. Städte.

1. Bremen, Städt. EW., öff.
2. Bremerhaven, Städt. EW., öff.
3. Celle, Städt. EW., öff.
4. Cuxhaven, Hamb. EW., gem.-wirtsch.
5. Delmenhorst, Städt. Licht- u. Wasserw., öff.
6. Einbeck, Städt. EW., öff.
7. Emden i. Ostfr., Gas u. EW. G. m. b. H. (Thür. Gas-Ges.), gem.-wirtsch.
8. Eschwege, Kraftw. d. Stadt- u. Überl.-Vers., öff.
9. Frankfurt a. M., Städt. EW., öff.
10. Goslar, Nordharzer Kraftw. G. m. b. H. (Thür. Gas-Ges.), gem.-wirtsch.
11. Hamburg, Hamb. EW., AG., gem.-wirtsch.
12. Hameln a. W., Städt. Licht- u. Wasserw., öff.
13. Hanau a. M., Städt. EW., öff.
14. Hannover, Städt. Betr. W., öff.
15. H.-Wilhelmsburg, Städt. EW., öff.
16. Hildesheim, Städt. EW. u. Straßenb., öff.
17. Kassel, Städt. W. AG., öff.
18. Lehrte, Städt. EW., öff.
19. Lemgo i. Lippe, E. u. Wasserw., öff.
20. Limburg a. Lahn, Städt. EW., öff.
21. Linden (Hannover), EW. Linden (Elektr.-Lieferungs-Ges. AG.), gem.-wirtsch.
22. Lübeck, Städt. EW., öff.
23. Nordhausen a. H., Städt. EW., öff.
24. Osnabrück, Städt. EW., öff.
25. Wesermünde, Städt. EW., öff.
26. Wiesbaden, Kraftw. Mainz-Wiesb. AG. Stadtt. Wiesbaden, öff.
27. Wilhelmshaven, Gas- u. EW. G. m. b. H. (Thür. Gas.-Ges.), gemischtwirtsch.

B. Überlandwerke.

1. Bremen, Ü.-W. Nordhannover AG., öff.
2. Celle, Ü.-Z. d. Landkr. Celle, öff.
3. Cloppenburg i. O., Ü.-Z. d. Amtsverb., öff.
4. Corbach, Bez. Kassel, Verb.-EW., Waldeck, öff.
5. Eltville a. Rh., Rheingau EW. AG., priv.
6. Friedberg i. Hessen, Ü.-W. Oberhessen, öff.
7. Friesoythe, Ü.-Z., öff.
8. Fulda i. Hess.-Nass., Elektr.-G. AG., öff.
9. Gelnhausen i. Hess.-Nass., Elektr. Ü.-Anl. d. Kr., öff.
10. Gießen, EW., Ü.-Anl. u. Straßenb. d. Stadt, öff.
11. Gronau i. Hann., Städt. Ü.-Z., öff.
12. Hameln a. W., EW. Wesertal G. m. b. H., öff.
13. Herford i. W., EW. Minden-Ravensberg G. m. b. H., öff.
14. Frankfurt a. M.-Höchst, Main-Kraftw. AG., priv.
15. Höxter a. W., Kr.-Elektriz.-Amt, öff.
16. Bad Homburg v. d. H., Frkfrt. Lokalbahn AG. (Lahmeyer), priv.
17. Kassel, Elektr. AG. Mitteldeutschland, öff.
18. Koblenz, Kobl. Straßenbahn AG., priv.
19. Marburg, Städt. EW., öff.
20. Oberscheld i. Hess.-Nass., Hess.-Nass. Ü.-Z. G. m. b. H., öff.
21. Osnabrück, Nieders. Kraftw.[1] AG. (RWE), gem.-wirtsch.
22. Osterode a. H., Licht- u. Kraftwerke Harz G. m. b. H., priv.
23. Osterode a. H., Westharzer Kraftw. G. m. b. H. (Thür. Gas-Ges.), gem.-wirtsch.
24. Syke, Bez. Bremen, Ü.-W. Syke, öff.
25. Ülzen i. Hann., Kreis-Ü.-Z., öff.
26. Verden a. Aller, Ü.-W. d. Kr. Verden, öff.
27. Wittingen, Elektr. Zweckverb., öff.

[1] Die Zahlen der Niedersächsischen Kraftwerke AG, Osnabrück (RWE) konnten nur geschätzt werden.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 339.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, sind die folgenden Elektrizitätszählerformen zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen und ihnen die beigesetzten Systemzeichen zuerteilt worden.

I. System $\overline{|163|}$, die Formen FG 1, HG 1, KG 1, LG 1 und DG 1, Induktionszähler für mehr- bzw. einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Firma **Paul Firchow Nachfgr. — Landis & Gyr Aktiengesellschaft in Berlin.**

II. System $\overline{|163|}$, die Formen FG 1, HG 1, KG 1, LG 1 und DG 1, Induktionszähler für mehr- bzw. einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Firma **Landis & Gyr Aktiengesellschaft in Zug in der Schweiz.**

Berlin-Charlottenburg, den 5. Juli 1933.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
In Vertretung: Kösters.

[1] Reichsministerialblatt 1933, S. 374.

Beschreibung.

I. System $\overline{|168|}$,

die Formen FG 1, HG 1, KG 1, LG 1 und DG 1, Induktionszähler für mehr- bzw. einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Firma Paul Firchow Nachfgr. — Landis & Gyr Aktiengesellschaft in Berlin.

1. Meßbereiche.

Die Zähler der Formen FG 1, HG 1, KG 1 und LG 1 sind zur Messung des Verbrauches in mehrphasigen Wechselstromanlagen, die Zähler der Form DG 1 zur Messung des Verbrauches in einphasigen Wechselstrom-Dreileiteranlagen bestimmt. Die Zähler können für Nennstromstärken von 3 bis 30 A, für Nennspannungen bis 450 V und für Nennfrequenzen von 40 bis 60 Hz beglaubigt werden.

2. Aufbau und Wirkungsweise.

Die Zähler (Abb. 1) bestehen aus zwei übereinander angeordneten Induktionsmotoren, die in ihrem Aufbau den Triebsystemen der durch die Bekanntmachung Nr. 324 vom

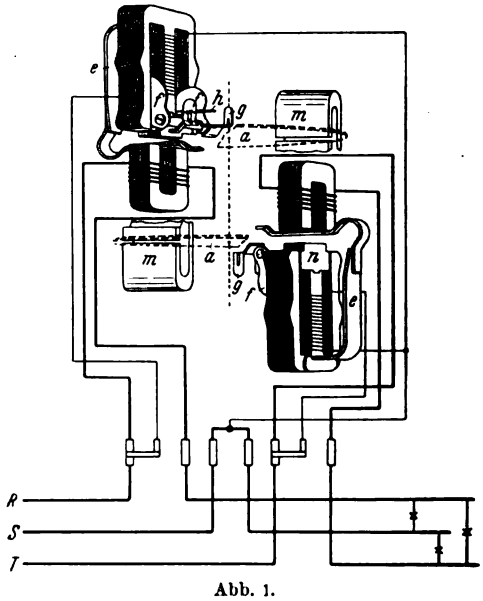


Abb. 1.

9. 11. 1932 (Elektrotechn. Zeitschr. 1933, Heft 10) zur Beglaubigung zugelassenen Drehstromzähler der Form MG 1 des Systems $\overline{|161|}$ entsprechen. Auf jede der beiden Ankerscheiben a aus Aluminimum wirkt eines der beiden Triebsysteme und einer der beiden Bremsmagnete m ein. Die beiden Hauptstromeisen sind zwecks Abgleichung der beiden Triebsysteme auf gleiche Zugkraft verschiebbar angeordnet.

3. Schaltung.

Die Zähler führen je nach ihrer Verwendung verschiedene Formzeichen. Die Zähler der Form FG 1 sind für Drehstromanlagen ohne Nulleiter, die Zähler der Form HG 1 für Drehstromanlagen mit Nulleiter, wenn nur zwei Außenleiter und der Nulleiter in die Anlage eingeführt sind, die Zähler der Form KG 1 für verkettete, die Zähler der Form LG 1 für unverkettete Zweiphasenstromanlagen und die Zähler der Form DG 1 für einphasige Wechselstrom-Dreileiteranlagen bestimmt. Die Abb. 1 zeigt die Schaltung eines Zählers der Form FG 1.

4. Eigenschaften.

Die untersuchten Zähler hatten bei Nennlast ein Drehmoment von etwa 6,9 bis 7,5 cmg. Sie liefen bei induktionsfreier Belastung mit etwa 0,3 % des Nennstromes an. Das

Digitized by Google

Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 48 g, die Drehzahl der Zähler bei Nennlast zu etwa 27 bis 33 U/min ermittelt. Der Eigenverbrauch in den Spannungskreisen betrug bei 110 V Nennspannung etwa 2×0,490 W und bei 450 V Nennspannung etwa 2×0,60 W bei der Frequenz 50 Hz. Der Eigenverbrauch in den Hauptstromkreisen belief sich bei 3 A Nennstromstärke auf etwa 2×0,53 W und bei 30 A Nennstromstärke auf etwa 2×1,40 W bei der Frequenz 50 Hz.

II. System $\frac{|}{163}$,

die Formen FG 1, HG 1, KG 1, LG 1 und DG 1, Induktionszähler für mehr- bzw. einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Firma Landis & Gyr Aktiengesellschaft in Zug in der Schweiz.

Die unter I dieser Bekanntmachung zur Beglaubigung zugelassenen Zählerformen des Systems $\frac{|}{163}$ der Firma Paul Firchow Nachfgr. — Landis & Gyr Aktiengesellschaft in Berlin werden auch von der Firma Landis & Gyr Aktiengesellschaft in Zug in der Schweiz hergestellt. Meßbereiche Aufbau, Wirkungsweise, Schaltungen und Eigenschaften dieser Zähler sind ebenso wie bei den Zählern unter I. Sie tragen auf dem Zählerschild den Namen oder ein Ursprungszeichen der Firma Landis & Gyr in Zug als der Herstellerin der Zähler.

RUNDSCHAU.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Die Schleifdraht-Meßbrücke Pontavi. — Es ist äußerst angenehm, wenn man bei Revisionen, auf Montage, im Betrieb usw. ein kleines, handliches Gerät zur Verfügung hat, mit dem sich Widerstände fester und flüssiger Leiter bestimmen lassen, ohne daß man anderes Zubehör dazu benötigt. Ein solches Gerät ist die abgebildete neue kleine Schleifdraht-Meßbrücke der Hartmann & Braun A. G. in Frankfurt am Main (Abb. 1). Sie enthält alles, was man

Abb. 1. Schleifdraht-Meßbrücke Pontavi.

zu solchen Messungen braucht, nämlich den rund angeordneten 25 cm langen Schleifdraht, das Galvanometer und eine auswechselbare Taschenlampenbatterie. Die ganze Messung ist mit wenigen Handgriffen erledigt. Mit dem Drehschalter wird einer der fünf im Verhältnis 0,1 : 1 : 10 : 100 : 1000 stehenden Vergleichswiderstände je nach der Größe des zu messenden Widerstandes eingeschaltet und der Galvanometertaster gedrückt. Alsdann wird der untere Knauf so lange gedreht, bis das Galvanometer Null zeigt. Die Skala am Drehknauf gibt dann die Größe des Widerstandes an. Der Gesamtmeßbereich geht von 0,05 bis 50 000 Ω.

Zur Messung elektrolytischer Widerstände schließt man an den Klemmen *TT* einen Fernhörer an und stellt auf ein Tonminimum ein. Als Wechselstromquelle dient hierbei ein Tonfrequenzsummer, Induktor oder Unterbrecher, die mit den Kontaktklötzen verbunden werden. Man kann in Sonderfällen natürlich auch mit anderen Stromquellen messen und benutzt z. B. bei sehr hohen Widerständen an Stelle der eingebauten Batterie eine solche mit höherer Spannung, z. B. eine 60 V - Anodenbatterie.

Das Meßgerät ist nur 200 · 110 · 60 mm groß und mit einem formschönen Gehäuse aus Bakelit ausgestattet. Verlierbare, lose Teile sind nicht vorhanden. *T.*

Heizung. Öfen.

Der Miguet-Ofen. — Die vorliegende Arbeit liefert bauliche Angaben über den Miguet-Ofen, der als Einphasen-Lichtbogenofen gebaut wird und mit einer Bodenelektrode und einer umfangreichen Oberflächenelektrode ausgerüstet ist. Die Oberflächenelektrode wird nach Maßgabe des Verbrauches während des Betriebes erneuert und stückweise angesetzt. Die Sektoren aus amorpher Kohle werden sehr genau hergestellt und durch Eisenkränze und Eisenstangen gehalten. Die stromführenden Kohlesektoren sind durch Asbeststreifen gegen die Eisenträger isoliert. Die Verschraubungen sind so durchgeführt, daß der elektrische Strom nur von den Kohlesektoren geleitet wird. Die Sektoren werden durch eine Paste von Elektrodenpulver und Zuckersirup miteinander verkittet. Der Innenkern, der infolge des Hauteffektes an der Stromleitung nicht teilnimmt, besteht aus einer Stampfmasse nach folgender Mischung:

Schiffspech (bei 40 ° C flüssig) 25 %,
Retortenschlacke, fein gepulvert, 25 %,
gekörnter Koks, mit einem Aschenbestandteil von rd. 10 %, 50 %.

Diese Mischung wird in einer Apparatur und unter einem Druck von 6 at erweicht und bei 80 ° C aufgestampft. Die Hälfte der Retortenschlacke kann auch durch ungelöschten Kalk gleicher Körnung ersetzt werden.

Die Elektrode ist an einem Metallgerüst aufgehängt. Dieses Gerüst besitzt eine sehr große mechanische Festigkeit und trägt eine Reihe von Triebrädern, die konzentrisch an der Elektrode angeordnet sind und mit Hilfe von Übertragungsketten durch einen Elektromotor die Elektrode auf- und abwärts bewegen lassen. Der untere Teil des Ofens besteht aus einem Gerüst aus Eisenblech, das innenseitig mit einer Schicht von schwer schmelzbaren Ziegeln aus Aluminiumsilikat umkleidet ist. Der Boden besteht aus Stücken gewöhnlicher Elektrodenkohle. Eine geschweißte Bleifolie umgibt den untersten Teil des Ofens und schützt den Ofen vor Luftzutritt und Oxydation. Eine Wasserkühlung, die zwischen dem Eisenmantel und dem Wärmeisolationsschutz eingebaut ist, verhindert eine Wärmeausstrahlung nach außen. Die elektrischen Leitungen, die von Transformatoren unter dem Ofen ihren Ausgang nehmen, führen den Strom in senkrecht angeordneten bandförmigen Bronzeleitern zu den Verbindungsstellen mit der Elektrode. Charakteristisch ist die selbsttätige Beschickung des Ofens, für die trichterförmige Öffnungen vorgesehen sind. Die Füllung der Trichter geschieht durch Sonderwagen. Der Abstich wird in weniger als 1 min durch pneumatische Vorrichtungen bewerkstelligt. Thury-Regler übernehmen die Elektrodeneinstellung und überwachen die Ofenleistung. Die Vorzüge des Ofens bestehen in einem geringen Leistungsaufwand und in einem sparsamen Materialverbrauch sowie in geringen Kosten für die Bedienung. (S. Heuland, Bull. Soc. franç. Électr. Bd. 2, S. 685.) *V. E.*

Digitized by Google

Bahnen und Fahrzeuge.

Umbau einer Dampflokomotive in eine Akkumulatorlokomotive. — Über den Umbau einer normalspurigen, zweiachsigen, tenderlosen Dampflokomotive für Verschiebedienst in eine elektrische Akkumulatorlokomotive für denselben Zweck, der vor einiger Zeit in einem größeren Industriewerk Sachsens vorgenommen wurde, wird uns folgendes berichtet.

Der Kessel der Dampflokomotive war ersatzbedürftig geworden. Man entschloß sich im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit von Akkumulator-Verschiebelokomotiven zur Umgestaltung in eine solche. Der Dampfkessel und die Zylinder wurden abmontiert und der Fahrgestellrahmen mit einer Plattform versehen, auf der in besonderen Behältern eine Akkumulatorenbatterie von 80 Elementen mit einer Kapazität von 32 kWh, 3stündig, Aufstellung fand (Abb. 2). Für den Antrieb wurde ein Elektromotor von

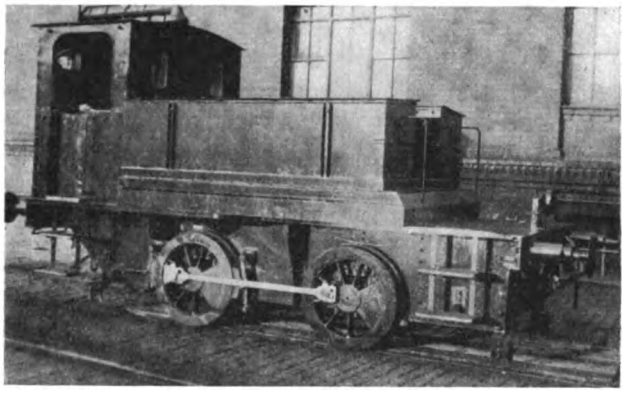


Abb. 2. Akkumulatorlokomotive, hergestellt durch Umbau einer Dampflokomotive.

25 PS Leistung eingebaut, der mit einer Umdrehungszahl von 300 U/min und mit einer Übersetzung von 14 : 100 auf die eine Achse treibt. Die Räder sind an jeder Seite durch eine von der Dampflokomotive übernommene Kuppelstange miteinander verbunden, so daß sie alle 4 treibend wirken. Als Leistung der umgebauten Maschine wird angegeben, daß sie 200 t Zuggewicht einschließlich der Lokomotive, die rd. 14 000 kg wiegt, mit 5,5 km/h oder 300 t Zuggewicht mit 3,6 km/h zu bewegen vermag. Bei geringerer Belastung ist die Geschwindigkeit natürlich entsprechend höher. Geladen wird die Akkumulatorenbatterie mit Hilfe eines Gleichrichters, u. zw. zu einer Zeit, wo die Betriebsmaschine des Werkes schwach belastet ist, die Ladung also als Zusatzbelastung angenehm empfunden wird. Die Ladekosten werden auf 1 Pf/kWh Ladeenergie geschätzt. Der tägliche Stromverbrauch für die Ladung stellt sich auf etwa 33 kWh. Der Umbau einschließlich der Lieferung der gesamten elektrischen Ausrüstung, wie Motor, Batterie, Fahrschalter, Leitungen, selbsttätiger Ausschalter usw., hat rd. 13 000 RM gekostet. In diesem Preis ist auch die Beschaffung und Aufstellung des Gleichrichters für die Ladung der Batterie einbegriffen.

Schon dadurch, daß der Lokomotivheizer nicht mehr benötigt wird, ist eine jährliche Ersparnis von rd. 2000 RM gegenüber der Dampflokomotive eingetreten. Dazu kommt noch, daß durch die bekannte wirtschaftliche Arbeitsweise der Akkumulatorlokomotive, zumal in diesem Falle auch noch die Stromkosten ganz besonders niedrig sind, eine weitere bemerkenswerte Verminderung der Förderkosten erzielt wird. *Rgr.*

Bergbau und Hütte.

Die Überwachung des Isolationszustandes in Schachtsignalanlagen. — Die Überwachung des Isolationszustandes von Schachtsignalanlagen erfolgt, da mit plötzlichem und unerwartetem Eintreten eines Isolationsfehlers zu rechnen ist, durch ständiges Überwachen des Isolationswertes während und außerhalb des Betriebes durch eine selbsttätige Überwachungseinrichtung. Jedoch ist von Zeit zu Zeit eine Messung des Isolationswiderstandes und eine Nachprüfung der Überwachungseinrichtung unbedingt erforderlich. Für die Überwachung des Isolationszustandes sind 3 Möglichkeiten vorhanden: 1. Prüfung des Isolationswiderstandes außerhalb des Betriebes in bestimmten Zeiträumen mit einer Isolations-Meßeinrichtung, 2. ständige selbsttätige Überwachung des Isolationswiderstandes gegen Erde und Alarmierung bei Isolationsfehlern durch eine selbsttätige Erdschluß-Überwachungseinrichtung, 3. Vereinigung beider Verfahren in Erdschluß-Überwachungseinrichtungen mit zusätzlicher Isolations-Meßeinrichtung. Die Messung des Isolationswiderstandes in Schachtfördersignal-Anlagen außerhalb des Betriebes er-

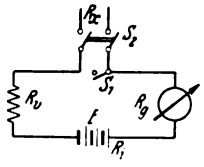


Abb. 3. Isolationsmessung nach dem Verfahren des unmittelbaren Ausschlages.

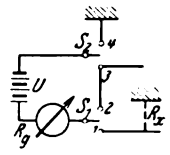


Abb. 4. Isolationsmessung mit einem Spannungsmesser.

folgt am bekanntesten nach dem Verfahren des unmittelbaren Ausschlages (Abb. 3). Es ist dann $R_x = R\left(\frac{a_1}{a_2} - 1\right)$, worin $R = R_v + R_g + R_i$ ist. Eine recht einfache Isolationsmessung läßt sich mit einem Spannungsmesser ausführen (Abb. 4). Es ist $R_x = R_g\left(\frac{U}{U_1} - 1\right)$. Von den Anordnungen zur Messung der Isolationswiderstände während des Betriebes ist die von Frisch angegebene Anordnung am bekanntesten, die sich eines Spannungsmessers von hohem Eigenwiderstand bedient. Abb. 5 stellt

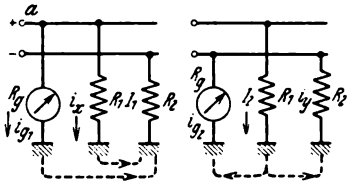


Abb. 5. Isolationsmessung nach dem Verfahren von Frisch.

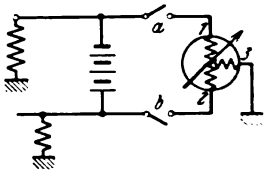


Abb. 6. Schaltbild einer Erdschluß-Überwachungseinrichtung.

dar, wie die Messung vor sich geht. Der gesamte Widerstand R ist dann $R_1 + R_2 = R_g\left(\frac{U}{U_1 + U_2} - 1\right)$. Die eben erwähnten Verfahren der Widerstandsmessung beruhen auf der Messung des Spannungsabfalles längs der zu untersuchenden Widerstände. Die dafür benutzten Spannungsmesser sind vorwiegend Galvanometer. Bei den Messungen nach dem Verfahren des unmittelbaren Ausschlages ist außer dem Meßgerät eine Stromquelle von bekannter und unveränderlicher Spannung sowie ein Vorschaltwiderstand R_v von bekanntem Werte notwendig. Verschiedene Firmen liefern Isolationsgeräte mit fertiger Einrichtung, sog. Megohmmeter, die zur Isolationsmessung in Schachtsignalanlagen durchaus geeignet sind. Eine Reihe von Firmen liefert fertige Meßeinrichtungen für ortsfesten Einbau.

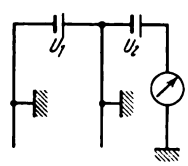
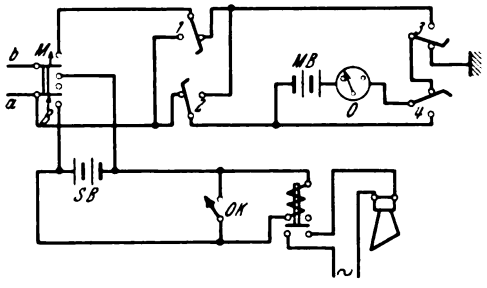


Abb. 7. Übersichtsbild einer Erdschluß-Überwachungseinrichtung.

Zur Feststellung unerwartet auftretender Isolationsfehler sind mehrere Arten von Erdschluß-Überwachungseinrichtungen in Anwendung. Die erste Gruppe umfaßt die Einrichtungen, die sich zur Auslösung des Fehlersignals eines Meßgerätes bedienen, das dann in der Regel zur Vornahme der eigentlichen Isolationsmessung mitbenutzt wird. Die zweite Gruppe umfaßt die Einrichtungen, bei denen das Fehlersignal durch ein Hilfsgerät, z. B. ein Relais, ausgelöst wird. Für den Fall, daß eine solche Einrichtung auch die Isolationsmessung ermöglichen soll, muß ein besonderer Meßstromkreis mit einem Meßgerät vorhanden sein. Zu der ersten Gruppe gehört eine mit Kontaktgerät ausgerüstete Erdschluß-Überwachungseinrichtung, Bauart Raeder & Co., Neufeldt & Kuhnke, Kiel, deren Schaltbild Abb. 6 zeigt. Das Gerät hat 2 gleiche Spulen *1* und *2*. Die von ihnen erzeugten Kraftfelder wirken in entgegengesetzter Richtung auf das Zeigerdrehwerk. In der Ruhelage steht der Zeiger in der Skalenmitte. Er schlägt nach rechts oder links aus, wenn die eine oder andere Spule Strom erhält. Der Zeigerausschlag gibt an, in welcher Leitung der Fehler aufgetreten ist. Durch ein Schaltwerk werden die Kontakte *a* und *b*

Digitized by Google

abwechselnd geöffnet und geschlossen. Ist *a* geschlossen, so ist *b* geöffnet und umgekehrt. Dadurch ist erreicht, daß auch bei gleichen Isolationsfehlern ein alarmfähiger Strom durch das Gerät fließt. Wenn die Verbindungen zu dem Instrument nicht unterbrochen wären, so könnte kein Alarm erfolgen. Von einer Überwachungseinrichtung mit Kontaktgerät nach Mix & Genest zeigt



M Messen *MB* Meßbatterie *O* Ohmmeter
B Betrieb *SB* Signalbatterie *OK* Ohmmeterkontakt

Abb. 8. Stromlauf einer Einrichtung zur Isolationsmessung und Erdschlußüberwachung.

Abb. 7 das Schaltbild. Im Gegensatz zur vorigen Einrichtung werden hier beide Pole gleichzeitig überwacht. Zu diesem Zwecke ist eine Hilfstromquelle mit der Signalbatterie in Reihe geschaltet. Ihr negativer Pol ist über das Meßgerät geerdet. Abb. 8 gibt ein vollständiges Schaltbild dieser Überwachungsanlage mit zusätzlicher Isolationswiderstands-Meßeinrichtung wieder. An Stelle des Meßgerätes kann ein Relais verwendet werden, das bei Erreichen eines bestimmten Fehlerstromes den Alarmstromkreis einschaltet. Das Schaltbild einer solchen Erdschluß-Überwachungseinrichtung nach S & H ist in Abb. 9 dargestellt. Die theoretische Untersuchung der drei Einrichtungen zeigt, daß eine ganz genaue Einhaltung der in Anlehnung an die VDE-Vorschriften für die Alarmierung zu steckenden Grenzen mit den besprochenen Einrichtungen nicht zu erreichen ist. Durch geeignete Wahl der zum Alarm erforderlichen Stromstärke oder des Gerätewiderstandes ist jedoch eine weitgehende Beeinflussung der Empfindlichkeit möglich. Die Einrichtungen sind für alle Arten von Schachtsignalanlagen zu gebrauchen.

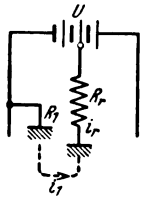


Abb. 9 Schaltbild einer Erdschluß-Überwachungseinrichtung.

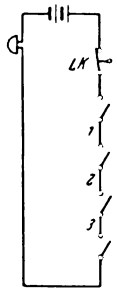


Abb. 10. Schaltbild einer Fertigsignalanlage ohne Überbrückung der Geber.

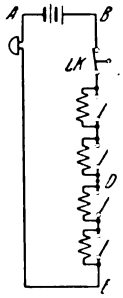


Abb. 11. Schaltbild einer Fertigsignalanlage mit Überbrückung der Geber.

Das grundsätzliche Schaltbild einer Fertig- oder Schnellsignalanlage mit hintereinander geschalteten Signalgebern zeigt Abb. 10. Die mit *1, 2, 3* bezeichneten Leitungstücke sind nur kurzzeitig mit der Stromquelle in Verbindung. Sie werden nur in der kurzen Zeit, in der die Geber eingelegt sind, von der Überwachungseinrichtung erfaßt. Arbeitet das Überwachungsgerät noch mit Verzögerung, so kann der Fall eintreten, daß ein Isolationsfehler in einem Zwischenstück überhaupt nicht angezeigt wird. Zur Einfügung der Zwischenstücke in den Überwachungskreis müssen sie mit der Stromquelle in ständiger Verbindung sein, was durch Überbrückung der Geber mit hochohmigen Widerständen geschieht (Abb. 11). (Nattkemper, Elektr. im Bergb. Bd. 7, H. 1). *Sgm.*

Fernmeldetechnik.

Arbeitsplan der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zur Bekämpfung der Rundfunkstörungen. — In Verfolg einer Einladung der Internationalen Elektrotechnischen Kommission fand am 22. und 23. VI. im Rahmen der diesjährigen Tagung der Internationalen Hochspannungs-Konferenz in Paris eine Beratung über die Gründung einer internationalen Organisation zur Bekämpfung der Rundfunkstörungen statt. Eingeladen waren die verschiedenen internationalen Verbände und Vereinigungen, die sich in irgendeiner Weise mit dieser Frage befassen, deren Mitglieder also Erzeuger, Besitzer oder Unternehmer von störenden oder aber von gestörten Anlagen sind. Die sehr eingehende Aussprache ließ erkennen, daß die meisten Anwesenden eine internationale Zusammenarbeit auf diesem Gebiet für erstrebenswert halten, wenn auch zugegeben werden mußte, daß man auf diesem Wege nicht binnen der an sich wünschenswert kurzen Zeit zu abschließenden Ergebnissen gelangen würde. Der nationalen Erfassung und Regelung der mit den Rundfunkstörungen zusammenhängenden Fragen sollte jedenfalls in keiner Weise vorgegriffen werden; diese nationalen Regelungen würden vielmehr die wertvollsten Unterlagen für die künftigen internationalen Empfehlungen darstellen. Bei der Erörterung wurde als besonders wichtig und dringlich die Aufgabe bezeichnet, der elektrotechnischen Industrie einheitliche Bestimmungen über den Störschutz von Geräten an die Hand zu geben, um die Herstellung und die Ausfuhr von Maschinen usw., deren Betrieb zu Rundfunkstörungen Anlaß geben könnte, zu erleichtern.

Dieser Gesichtspunkt in Verbindung mit der Absicht, eine möglichst überparteiliche internationale Organisation — als welche die IEC angesehen wird — mit der Untersuchung der einschlägigen Fragen zu befassen, führte zur Aufstellung des folgenden als Ergebnis der Beratung zu betrachtenden Arbeitsplans:

„Die Internationale Elektrotechnische Kommission ist nach den Ergebnissen der offiziösen Sitzung zu Paris, am 23. VI. 1933, der Ansicht, daß das folgende Verfahren die Untersuchungen der Rundfunkstörungen fördern wird:

1. In jedem der Länder, wo dies noch nicht der Fall ist, wird der nationale Ausschuß der IEC eingeladen, die notwendigen Schritte zu tun, um national eine möglichst enge Zusammenarbeit zwischen den zuständigen Verwaltungen, der elektrischen Industrie, den Elektrizitätswerken, den Vertretern der Rundfunkorganisationen und der Hörer sowie den anderen beteiligten Organisationen herzustellen.

2. Die IEC wird einen Ausschuß bilden, der die Fragen der Rundfunkstörungen vom technischen Standpunkt aus untersuchen soll. Auch der Frage der Wirtschaftlichkeit ist bei dieser Untersuchung Rechnung zu tragen.

3. Die IEC wird sich mit allen beteiligten internationalen Organisationen in dieser Frage in Verbindung setzen, so mit dem internationalen Rundfunkverein (U.I.R.), dem internationalen Verein der Elektrizitätswerke (U.I.P.D.), dem internationalen Eisenbahnverein (U.I.C.), dem internationalen Kleinbahnverein (U.I.T.), um sich der Mitarbeit dieser Verbände bei der Tätigkeit des genannten Ausschusses zu versichern.

4. Der Ausschuß wird möglichst schnell einen Fragebogen aufstellen, der die wichtigsten Fragen betreffend Rundfunkstörungen enthält. Dieser Fragebogen soll den nationalen Ausschüssen der IEC und den beteiligten internationalen Organisationen zugestellt werden." *Jgr.*

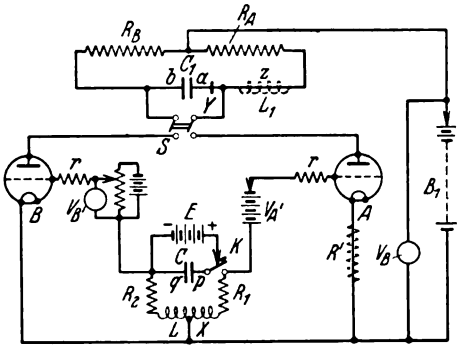
Physik und theoretische Elektrotechnik.

Eine Schaltung zur Erzeugung von Stromimpulsen mit rechteckiger Wellenform. — Die bekannten Kontaktvorrichtungen für kurzdauernde Stromimpulse sind sowohl in elektrischer als auch in mechanischer Hinsicht vor allem bei Stromstärken größer als 0,5 A nicht immer einwandfrei. Maddock beschreibt nun eine Schaltung, die diese Schwierigkeiten vermeidet. Als Schaltelemente dienen die neuerdings auch bei der AEG, Berlin, gebauten Thyratronröhren (Quecksilberdampf-Gleichrichter mit Glühkathode und Gittersteuerung[1]); diese Röhren lassen Anodenströme von 100 A und mehr zu, außerdem besitzen sie die Eigenschaft, daß der Anodenstrom trotz positiver Anodenspannung (z. B. 220 V) so lange gesperrt ist, als die Gitterspannung einen geeignet gewählten ne-

[1] Vgl. a. A. Glaser, ETZ 1931, S. 819.

Digitized by Google

gativen Wert hat. Wird diese Sperrspannung plötzlich aufgehoben, so setzt in demselben Augenblick der Anodenstrom ein, ohne daß nach dem Zünden der Lampe die Gitterspannung noch einen Einfluß auf die Größe des Anodenstroms hat. Dieser wird erst wieder Null durch eine Verminderung bzw. Umkehr der Anodenspannung.



A, *B* Thyratron	R_A, R_B Vorwiderstände
C Kapazität des Zeitkreises	C_1 Kapazität
	r Schutzwiderstand
L Selbstinduktion des Zeitkreises	V_B' V_A' Gitter-Sperrspannungen
	V_B Anodenbatterie

Abb. 12. Schaltung zur Erzeugung rechteckiger Stromimpulse

In Abb. 12 ist die neue Schaltung angegeben. Die Gittersteuerung der beiden Thyratronröhren erfolgt durch einen Schwingungskreis, bestehend aus der Selbstinduktion L und der Kapazität C. Durch Schließen dieses Schwingungskreises mit dem Schalter K gleicht sich die Ladung des Kondensators in allmählich abklingenden Schwingungen aus. In der 1. Viertelperiode wird die Gittersperrspannung der Röhre A kompensiert, durch die Röhre A fließt von einem zeitlich genau definierten Moment an ein Anodenstrom. Da nun durch die Röhre B infolge ihrer negativen Gitterspannung noch kein Anodenstrom fließt und der Spannungsabfall der Röhre A klein ist (12 ··· 15 V), bekommt die Belegung a des Kondensators C_1 gegen seine Belegung b eine negative Spannung. In der folgenden 2. Viertelperiode der im Zeitkreis entstandenen Schwingung wird die Gittersperrspannung der Röhre B kompensiert und durch die Röhre B fließt ebenfalls ein Anodenstrom. Kurz nach dem Einsetzen dieses Anodenstromes hat also bei genügend großem Kondensator C_1 und Vorwiderstand R_A und R_B die Kondensatorbelegung a und damit die Anode der Röhre A gegen die Kathode ein negatives Potential. Der Stromkreis der Röhre A wird unterbrochen. Die für die Schaltung charakteristische Wechselwirkung zwischen den beiden Röhren erzeugt durch den Anodenstrom der Röhre A einen Stromimpuls, dessen Zeitdauer im wesentlichen durch die Schwingungsdauer des Zeitkreises gegeben ist. Es können in dieser Schaltung Impulszeiten bis zu $2 \cdot 10^{-2}$ s erreicht werden. Für größere Zeiten bis 16 s wird der Zeitkreis sinngemäß durch eine Kippschwingungschaltung mit Glimmlampe ersetzt. Die Dämpfung des Zeitkreises ist so gewählt, daß die kompensierenden Spannungsimpulse an den Gittern der Röhre nicht ausreichen, um den Stromimpuls von neuem entstehen zu lassen. Um genau rechteckige Wellenform der Stromimpulse im Anodenkreis der Röhre A (Verbraucher R') zu bekommen, wird zweckmäßig in den Ladekreis des Kondensators C_1 eine Induktivität L_1 geschaltet, wobei die Bedingungen $R_A = R_B$ und $L_1 = C_1 R_A^2$ erfüllt sein müssen. Durch geeignete Wahl der einzelnen Größen C_1, R_A, R_B und L_1 kann die Kurvenform des Impulses in weiten Grenzen nach Wunsch geändert werden. Die Schaltung kann auch durch Einbau einer Rückkopplung zwischen dem Anodenkreis und dem Zeitkreis in Selbsterregung arbeiten, wobei der jetzt ungedämpfte Zeitkreis durch eine Stimmgabel auf konstanter Frequenz gehalten wird. Nach oben ist der erregbaren Frequenz nur durch die Entionisierungszeit der Röhre eine Grenze gesetzt. (A. J. Maddock, Proc. Physic. Soc., Lond., Bd. 43, S. 371.) *Kge.*

Hochspannungstechnik.

Versuche über die Durchschlagfestigkeit von Porzellan. — Die großen Unterschiede bei den in der Literatur angegebenen Werten der elektrischen Festigkeit fester Isolierstoffe, besonders von Porzellan, haben J. O. Kraehenbuehl und C. W. Parmelee von der Illinois-Universität, Urbana, veranlaßt, durch systematische Untersuchungen einer großen Zahl von keramischen Probeplatten den Einfluß der Zahl von Durchschlagstellen an ein und demselben Probestück auf die Genauigkeit des Meßergebnisses statistisch zu erforschen. Zu den Versuchen wurden je 20 Probekörper benutzt, die unter schärfster Herstellungskontrolle bei 6 verschiedenen Temperaturen (zwischen Segerkegel 8 ··· 13) gebrannt waren. An jeder Probe wurden bis zu 20 Durchschläge gemacht und die Genauigkeit des Meßergebnisses für die verschiedene Zahl von Meßwerten ermittelt.

Die Versuche ergaben, daß der sonst üblicherweise allein angegebene Mittelwert keinen Anhalt weder für die Verschiedenheit der einzelnen Meßwerte noch für die Gleichmäßigkeit des untersuchten Materials gibt. Der Wert solcher Angaben für die Fabrikationskontrolle ist also recht gering. Die Zahl der Durchschlagpunkte sollte bei jedem Probekörper so groß wie irgend möglich sein. 5 Meßwerte, wie nach den Vorschriften der amerikanischen Prüfanstalten üblich, geben keinen genügenden Aufschluß über die Güte des untersuchten Materials. (Die bei verschiedenen Temperaturen gebrannten Probekörper ließen nebenbei, wie zu erwarten, eine starke Zunahme der Durchschlagfestigkeit mit steigender Brenntemperatur und Sinken der scheinbaren Porosität erkennen.)

Abschließend glauben die Verfasser, daß eine genaue Untersuchung der elektrischen Eigenschaften des Porzellans mit Hilfe möglichst zahlreicher Durchschlagstellen, verglichen mit seinem Verhalten im Betrieb, die Herstellung eines gleichförmigeren Erzeugnisses ermöglichen müßte. Dieses würde dann auch leichter der theoretischen Behandlung zugängig sein, während die jetzigen Erörterungen über die Durchschlagfestigkeit von Porzellan und anderen festen Isolierstoffen zu einem Chaos voneinander abweichender Schlußfolgerungen geführt hätten. —

So zutreffend die letzten Behauptungen auch sein mögen, scheint es doch, als ob die Verfasser allzu große Bedeutung auf die augenscheinlich große Streuung ihrer Versuchswerte gelegt haben. So wird einleitend die Lage der Durchschlagstelle als zufällig und stark von Materialfehlern abhängig bezeichnet. Leider sind keine näheren Angaben über die Versuchsanordnung selbst gemacht. Augenscheinlich handelt es sich jedoch um die in Amerika verbreitete Prüfanordnung, bei der auf ebene Porzellanplatten (hier von 6 mm Dicke) mit Quecksilber oder Wood-Metall gefüllte Glasrohre aufgekittet werden, die als Elektrode dienen. Diese Prüfanordnung ist nach neueren deutschen Feststellungen völlig ungeeignet, weil sie kein genügend definiertes elektrisches Feld ergibt und starken Störungen durch Randwirkungen unterworfen ist[1]. Dagegen würde bei Wahl zweckentsprechend geformter Versuchskörper mit verstärktem Elektrodenrand zur Ausscheidung der Randwirkung und dadurch erzielter eindeutiger Feldgestaltung die jeweilige Durchschlagfestigkeit viel schneller und genauer als durch Aufnahme einer besonders großen Zahl von Versuchswerten ermittelt werden können. (J. O. Kraehenbuehl u. C. W. Parmelee, Vortrag z. 59. Kongreß der Electrochem. Society, New York.) *W. W.*

Chemie.

Berechnung der Selbstkosten eines elektrolytischen Überzuges. — Wenn man die Selbstkosten für das Anbringen eines elektrolytischen Überzuges aufstellen will, so muß man sich zunächst über das angewandte Verfahren im klaren sein, das je nach der Art des zu überziehenden Metalles und des Überzugsmetalles verschieden sein kann. Anschließend sind die Arbeitsverhältnisse festzusetzen. Der verlangte Widerstand der Schutzschicht gegen Oxydation richtet sich nach der Dicke der anzubringenden Schutzschicht; diese Dicke und demnach das Gewicht der Schutzschicht werden nach der Gleichung berechnet:

$$P = K\,I\,T \cdot 10^3,$$

in der bedeuten: P das Gewicht in g, K den elektrochemischen Koeffizienten, I die Stromstärke und T die Zeit in Sekunden. Die Gleichung besagt, daß für eine bestimmte Überzugsdicke mit einem starken Strom bei einer kurzen Behandlungsdauer gearbeitet werden soll. Sind die Überzugstärke und die Behandlungsdauer ermittelt, so werden der Reihe nach die Ausgaben für die Handarbeit, die Roh- und Hilfstoffe, die motorische Kraft, die Amortisation der Anlage und die allgemeinen Unkosten aufge-

[1] VDE-Fachberichte 1928, S. 86; ETZ 1931, S. 161. VDE-Druckschrift 455.

Digitized by Google

stellt. Die Ausgaben für die Handarbeit sind von Werk zu Werk verschieden und hängen von der Organisation der Arbeit und der Anlagen ab. Der Preis für das Überzugsmetall ist durch den Wirkungsgrad des Elektrolyten gegeben; außerdem sind Ausschuß und Verluste aus der etwaigen Ausseigerung der Anoden mit zu berücksichtigen; diese Verluste können mitunter 10 % betragen. Die motorische Kraft setzt sich zusammen aus der für die Zersetzung des Elektrolyten und die Auflösung der Anoden benötigten Energie (ausgedrückt in Ah je m³ Oberfläche des zu überziehenden Stückes) und einer zusätzlichen Energieausgabe für das Umrühren des Elektrolyten, seine Erwärmung, das Fördern der Stücke, das Filtrieren des Elektrolyten, das Absaugen der entwickelten Gase und Dämpfe. Die Amortisation wird um so weniger ins Gewicht fallen, je größer die Erzeugung der Anlage ist, während sich die allgemeinen Unkosten bekanntlich aus den Ausgaben für Versicherungen, Unterhaltung der Anlagen, Gehälter usw. zusammensetzen. Die Unkosten sind um so niedriger, je einfacher die Anlagen und die auszuführenden Arbeiten sind. Nimmt man z. B. an, daß es sich um das Überziehen von Eisen mit Kadmium nach dem Udylite-Verfahren handelt, so rechnet man mit einer Überzugstärke von $^5/_{1000}$ mm, mit einer Stromstärke von 1,5 A/dm², einer Behandlungsdauer von 15 ··· 20 min, mit einem Wirkungsgrad des Elektrolyten von 80 %, der für ein elektrolytisches Bad als hoch zu betrachten ist. Der Preis für das Überzugsmetall wird dann nach der Formel berechnet:

$$A = \frac{e\,d\,s\,c \cdot 10^{-1}}{\varrho},$$

wobei bedeuten: A den Preis je m², e die Stärke des Überzugsmetalls in $^1/_{100}$ mm, d die Dichte des Überzugsmetalls, s die bedeckte Oberfläche in m², c den Kaufpreis des Überzugsmetalls je kg und ϱ den Wirkungsgrad des Elektrolyten. Man braucht dann nur die entsprechenden Werte einzusetzen. Der elektrochemische Koeffizient des Kadmiums ist 0,582, welcher Wert in die erste, für die Berechnung der Überzugsdicke angegebene Gleichung einzusetzen ist. Zum Anbringen einer Dicke von $^5/_{1000}$ mm werden 20 Ah je m² Fläche angegeben. In diesem Falle brauchen Ausgaben zum Umrühren des Bades, Heizen, Filtrieren, Bewegen der Stücke, Absaugen der Dämpfe nicht in Anrechnung gebracht zu werden. (P. Orlowski, Usine Bd. 41, S. 37.) *Kp.*

Werkstatt und Baustoffe.

Untersuchungen über die Leitfähigkeit von Isolieröl. — J. B. Whitehead und R. H. Marvin haben die sich unter der Einwirkung von Gleichspannung (bis 1500 V) in Isolieröl abspielenden elektrischen Vorgänge untersucht und dabei in erster Linie die Änderungen der Stromstärke in Abhängigkeit von der Dauer der Spannungseinwirkung beobachtet, soweit sie unmittelbar nach dem Anlegen der Spannung vor sich gehen, d. h. in Zeiten von Bruchteilen von Sekunden bis zu einigen Minuten. Die Versuche wurden mit Messing-Plattenelektroden von 311 cm² Oberfläche, deren Abstand zwischen 0,15 und 2,0 cm verändert werden konnte, bei normaler Raumtemperatur (25 ° C) im offenen Glasgefäß ausgeführt.

Die beiden untersuchten Ölproben waren hochwertige Isolieröle. Sie stammten aus dem gleichen Ursprungsöl und unterschieden sich nur dadurch, daß die eine (A) in dem Zustand, wie sie von der Raffinerie in einem kleinen versiegelten Behälter geliefert worden war, untersucht wurde, während die andere (B) einem auch luftdicht verschlossen angelieferten größeren Behälter entnommen worden war, der jedoch einige Monate gelagert hatte, wobei ihm zwischendurch mehrfach Öl entnommen worden war. Während nun bei Öl A die Stromstärke unmittelbar nach dem Anlegen der Spannung sehr stark zurückging[1], fiel sie bei Öl B sehr viel langsamer und schwächer ab, und es wurde sogar gelegentlich ein — wenn auch nur vorübergehendes — Wiederansteigen beobachtet (Abb. 13 und 14).

Obwohl nun die Leitfähigkeit unter dem Einfluß der dauernden Einwirkung der Spannung abnimmt, so bleibt sie doch nicht auf diesem Wert, wenn die Spannungseinwirkung aufhört. Schon bei nur ganz kurzzeitiger Unterbrechung zeigt sich beim Wiederanlegen der Spannung ein bemerkenswertes Wiederanwachsen der Stromstärke, sie fällt dann allerdings schnell auf den vorhergehenden Wert. Die ursprünglich im Öl vorhanden gewesene Leitfähigkeit stellt sich nach einer Zeit von etwa 3 h wieder ein.

[1] Vgl. Draeger, Arch. Elektrotechn. Bd. 13, S. 366 (ETZ 1924, S. 727).

Die unter dem Einfluß des elektrischen Feldes eintretende Erhöhung des Isolationswiderstandes hält also nicht an; das Öl geht nach einiger Zeit wieder in seinen Ausgangszustand zurück.

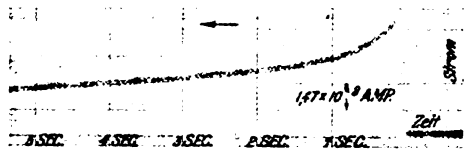


Abb. 13. Öl A. Stromverlauf nach erstmaliger Anlegung einer Spannung von 1500 V. Elektrodenabstand 0,15 cm.

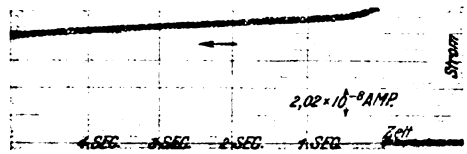


Abb. 14. Öl B. Stromverlauf nach erstmaliger Anlegung einer Spannung von 1500 V. Elektrodenabstand 0,25 cm.

Während sich die beiden Öle bei Unterbrechung und Wiedereinschaltung der Spannung praktisch gleich verhielten, ergaben sich bei Wiedereinschaltung mit entgegengesetzter Polarität grundsätzliche Unterschiede. Bei Öl A stellte sich die Stromstärke bei Polaritätswechsel nach einem nur unerheblichen kurzzeitigen Anstieg auf den vor der Umkehr herrschenden Wert allmählich wieder ein. Bei Öl B dagegen zeigte sich die eigenartige Erscheinung, daß innerhalb der ersten Sekunde nach der Umpolung die Stromstärke auf annähernd dem gleichen Wert blieb, den sie vorher gehabt hatte, dann aber plötzlich auf ein hohes Vielfaches dieses Wertes anstieg (Abb. 15). Diese in der

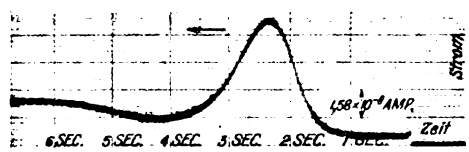


Abb. 15. Öl B. Stromverlauf nach Umkehrung der Spannung (810 V). Elektrodenabstand 0,5 cm.

Zeit von 2,5 ··· 7 s liegende Spitze kann bis zum 40fachen Betrag des vor der Umschaltung herrschenden Stromstärkewertes anwachsen. Sie zeigte sich um so ausgeprägter, je höher die Spannung war. Bei höheren Spannungswerten folgt ihr sogar noch ein zweiter, wenn auch erheblich flacherer Stromanstieg. Diese Erscheinung legte die Vermutung nahe, daß Raumladungen in Form von schweren, langsam beweglichen Ionen im Öl vorhanden sind. Ihr experimenteller Nachweis wurde dadurch erbracht, daß bei Verschiebung der vorher aufgeladenen Prüfelektroden parallel zu sich selbst in die nicht dem elektrischen Feld ausgesetzt gewesenen Ölschichten ein mit den Elektroden verbundenes ballistisches Galvanometer negativ ausschlug. Wenn umgekehrt in Ölschichten, die dem elektrischen Feld vorher ausgesetzt gewesen waren, nach Fortbewegung der Spannungselektroden neutrale Prüfelektroden hineingebracht wurden, so zeigte das mit diesen verbundene Goldblattelektroskop infolge der Wirkung der durch das elektrische Feld neutralisiert gewesenen Raumladungen einen kräftigen Ausschlag.

Das bemerkenswerteste an dem Ergebnis der Untersuchungen ist wohl, daß Proben eines Öles gleichen Ursprunges, und zwar eines ausgesprochen hochwertigen Isolationszustandes, in ihrem Anfangsverhalten bei dielektrischer Beanspruchung so grundlegende Verschiedenheit aufweisen. Zum mindesten scheint es sich hier um Vorgänge zu handeln, deren nähere Untersuchung zu einem tieferen Eindringen in die Ursachen für das heute noch in mancher Hinsicht rätselhafte elektrische Verhalten der Isolieröle führen könnte. Besonders erfreulich wäre es, wenn sich die Hoffnung der Verfasser bestätigen würde, daß aus den von ihnen beobachteten Erscheinungen, die sie noch weiter verfolgen wollen, ein besseres Kriterium für eine Klassifizierung der Isolieröle gewonnen werden könnte, als es die heute übliche Durchschlagfestigkeitsprüfung bietet. (J. B. Whitehead und R. H. Marvin, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 49, S. 182.)

Zmn.

Digitized by Google

Verschiedenes.

Kampfbund DAI. — Wie die NSK meldet, hat der Stellvertreter des Führers folgende Anordnung erlassen: Die Anordnung vom 25. IV. 1933 in der NSK-Folge 478, wonach der Kampfbund Deutscher Architekten und Ingenieure als einzige von der NSDAP anerkannte Organisation für die Sammlung der Ingenieure und Architekten zu gelten hatte, ist überholt. Die größeren technisch-wissenschaftlichen Vereine und Verbände, insbesondere der VDI und die in der Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit zusammengeschlossenen Vereine haben sich unter nationalsozialistische Führung gestellt und werden von der NSDAP anerkannt. Wie schon in der Verfügung von 25. IV. 1933 zum Ausdruck gebracht, ist es nicht Aufgabe des KDAI, die von diesen Verbänden bisher geleistete technisch-wissenschaftliche Arbeit unter Ausschaltung dieser Verbände zu übernehmen.

Programm des Hauses der Technik, Essen, für das Wintersemester 1933/34. — Aus dem Vortragsverzeichnis des Hauses der Technik in Essen für das kommende Wintersemester dürften den Elektrotechniker folgende Vorträge[1] besonders interessieren:

F. Baum u. H. Lent, Energieversorgung der deutschen Industrie unter Berücksichtigung der auf der Weltkraftkonferenz des Jahres 1933 vertretenen Ansichten (27. X.).
H. H. Kritzinger, Das Geheimnis der Wünschelrute (7. XI.).
W. Fucks, Gasentladung, Theorie und Anwendungen (17. XI.).
Vogt, Grundelemente u. Grenzen des physikalischen Weltbildes (29. XI.).
Schultes, Technik der kurzen Wellen (5. XII.).
H. Beck, Die Photographie mit unsichtbaren Strahlen: Infrarot-, Ultraviolett- und Röntgenphotographie (13. XII.).
A. Friedrich, Führertum im nationalsozialistischen Geiste (23. I.).
E. Hueter, Die elektrische Übertragung großer Leistungen über sehr große Entfernungen (27. II.).

Außerdem sind eine technisch-wirtschaftliche Vortragsreihe über besondere Industriezweige und eine physikalische Vortragsreihe geplant. — Der Preis der Hörerkarten beträgt je Vortragsabend 1,50 RM; Semesterkarten kosten 10 RM. Geschäftstelle: Haus der Technik, Essen, Postfach 254.

Danzig eine deutsche Technische Hochschule. — Es wäre von großer Bedeutung, wenn möglichst viele binnendeutsche Studenten sich entschlössen, einige Semester an der Technischen Hochschule Danzig zu studieren, deren wissenschaftliche Institute auch hohen Anforderungen entsprechen und an der neben allen technischen, chemisch-landwirtschaftlichen und mathematisch-naturwissenschaftlichen Fachgruppen auch eine geisteswissenschaftliche Abteilung besteht. Diese so bodenständige und typisch ostdeutsche Hochschule in Danzig-Langfuhr mit ihrem großen Hochschulgarten, mit ihren nahen Sportplätzen, mit ihrem freundlichen und weiträumigen Studentenhaus wird allen, die auch nur ein Semester an ihr verbrachten, zu einem unvergeßlichen Erlebnis werden.

[1] Das Semester ist am 17. X. durch einen Vortrag von Gottfried Feder eröffnet worden. Bei den nachstehend genannten Vorträgen ist das Datum jeweils in Klammern angegeben.

AUS LETZTER ZEIT.

Stand der Rundfunkteilnehmer am 1. Oktober. — Die Gesamtzahl der Rundfunkteilnehmer im Deutschen Reich betrug am 1. Oktober 4 524 643 gegenüber 4 470 862 am 1. September d. J. Hiernach ist im Laufe des Monats September eine Zunahme von 53 781 Teilnehmern (1,2 %) eingetreten. Unter der Gesamtzahl befinden sich 515 693 Rundfunkteilnehmer, denen die Gebühren erlassen sind, gegenüber 525 808 am 1. September. Die Zahl der gebührenfreien Teilnehmer (hauptsächlich Arbeitslose) ist mithin um 10 115 zurückgegangen.

Telefunken ermäßigt die Lizenzgebühr für Rundfunkgeräte. — Die Telefunkengesellschaft hat lt. Völk. Beob. einen wichtigen Schritt zur Verbesserung der sehr beeinträchtigten Exportfähigkeit der deutschen Funkindustrie unternommen. Den im Verband der Funkindustrie zusammengeschlossenen Firmen hat Telefunken die für die Mitbenutzung der Telefunken-Schutzrechte vertragsmäßig zu zahlende Lizenzgebühr für Exportgeräte bis auf eine Anerkennungsgebühr von 1 RM je Gerät ermäßigt. Dadurch können in gleichem Ausmaß die Gestehungskosten bei Exportlieferungen herabgesetzt werden.

Verständigung zwischen Klangfilm G. m. b. H. und Zeiß-Ikon AG. — Zwischen den beiden Unternehmungen ist eine Verständigung derart zustande gekommen, daß fortan die Zeiß-Ikon AG. ihre Bild- und Tonprojektoren für den Inlandsabsatz ausschließlich mit Klangfilm-Verstärkern und -Lautsprechern ausrüsten wird.

Deutsche Kabelwerke AG., Berlin. — Nach Mitteilung der Verwaltung anläßlich der kürzlich stattgefundenen außerordentlichen Generalversammlung hat die Gesellschaft Anteil gehabt an der allgemeinen Wirtschaftsbelebung der letzten Monate. Die Belegschaft konnte seit September vorigen Jahres um 22 % auf zur Zeit 1680 Köpfe erhöht werden. Trotz der durch vermehrte Lohnzahlung und Beschaffung von Rohstoffen größeren Anspannung der flüssigen Mittel war die Gesellschaft in der Lage, ihre Verpflichtungen seit Beginn des Jahres 1933 etwas zu verringern.

Weitere Neueinstellungen bei Siemens und AEG. — Im Monat August 1933 wurden in den deutschen Betrieben des Siemens-Konzerns wiederum über 1000 Arbeitnehmer eingestellt. Danach beläuft sich die Mehrbeschäftigung seit März dieses Jahres auf rd. 5000 Personen. Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft hat letzthin in ihren Berliner Betrieben rd. 2300 Angestellte und Arbeiter neu eingestellt.

Auftragsteigerung bei Sachsenwerk Licht- und Kraft AG., Niedersedlitz. — Anläßlich der Generalversammlung der Sachsenwerk Licht- und Kraft AG. teilte der Vorstand u. a. mit, daß man sich genötigt gesehen habe, das Fabrikationsprogramm etwas umzustellen und sich mehr auf das Normalgeschäft zu beschränken. Diese seit einigen Monaten abgeschlossenen Umstellungen hätten den Erfolg gehabt, daß seit Anfang des Jahres 500 Neueinstellungen vorgenommen werden konnten. Im normalen Motorengeschäft sei das Unternehmen so gut beschäftigt, daß jetzt gegenüber Februar-März die doppelten Umsätze erzielt werden. Eine entscheidende Wendung sei seit Juli zu verzeichnen, indem seit dieser Zeit der Auftragseingang in Motoren um 30 ··· 40 % gestiegen sei. Auch in der Zusammensetzung der Kundschaft habe sich eine Änderung ergeben, da man jetzt nicht mehr das große Geschäft pflege, sondern das normale. Dadurch sei die Gesellschaft gleichzeitig auch weniger konjunkturempfindlich geworden.

Elektrischer Betrieb der Bilbao-Portugalete-Bahn. — Für die auf S. 921 der ETZ d. J. beschriebene Bahn Bilbao—Portugalete sind von der AEG, Berlin, zwei Gleichrichtersätze von je 1650 kW (nicht je 825 kW, wie seinerzeit angegeben), bei 1650 V geliefert worden, die in dem Unterwerk Luchana aufgestellt worden sind.

Glühlampenfabrikation in Bulgarien. — Lt. I und H beabsichtigt die „Labora" AG. für Industrie und Handel in Sofia die Aufnahme der Herstellung elektrischer Birnen. Diesem Unternehmen ist jedoch die „Belsa" AG. in Sliwen zuvorgekommen. Die Belsa AG., die ein Kapital von 5 Mill Lewa besitzt, hat in Sliwen jetzt den Bau ihrer Fabrik beendet und beabsichtigt, mit der Glühlampenherstellung Anfang des nächsten Jahres zu beginnen.

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

Das Gebrauchsmuster mit zu geringer Erfindung. — Durch die eingetragenen Gebrauchsmuster mit zu geringer Erfindung ist schon viel Schaden entstanden. Vor der Eintragung eines Gebrauchsmusters sollte man stets den Stand der Technik nach Möglichkeit prüfen, um unnötige Kosten zu sparen. Der folgende Fall zeigt deutlich, was durch ein solches GM. entstehen kann.

Der Gegenstand des GM. war ein einfacher Schienennagel. Der Streit um diesen Nagel beschäftigte eine weniger erfahrene Kammer für Handelssachen 5½ Jahre. Das GM. hatte inzwischen seine Längstdauer erreicht und erlosch. Der Gutachter, ein Professor, ging diesem Nagel mit dem ganzen Rüstzeug der Wissenschaft zu Leibe und fertigte ein erstes Gutachten von etwa 120 Seiten an. Ein ganz stattliches Buch! Die Kostenrechnung betrug fast 2800 RM. Welche Kosten nun noch während des ersten Instanzenzuges hinzukommen, läßt sich nicht übersehen. Dabei ist das Klageobjekt nur mit 4000 RM angenommen. Der Prozeß geht jetzt eigentlich nur noch um die sich häufenden Kosten.

Dieses Beispiel zeigt, wie recht der neue Gesetzesentwurf hat, der Gebrauchsmusterklagen in den ersten Instanzen vor das Patentamt bringen will. Stort.

Digitized by Google

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur Fachsitzung für elektrisches Nachrichtenwesen (EVN) am Dienstag, dem 24. Oktober 1933, 8 Uhr abends, in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Obering. Dr. O. Droysen über das Thema: „Grundsätzliches über die Relais der Fernsprechtechnik".

Inhaltsangabe:

1. Physikalische Grundlage und Meßmethoden.
   a) Der magnetische Kreis,
   b) Federcharakteristik,
   c) Kraftcharakteristik,
   d) Verzögerungsrelais,
   e) Spezialrelais.
2. Spulenberechnung.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können gegen Vorzeigung der Dauer-Gastkarte oder nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten können in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle gelöst werden.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", in Bln.-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Fachausschuß für elektrisches Nachrichtenwesen.

Der Vorsitzende:
Arendt.

Vortragsreihe

des Elektrotechnischen Vereins in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin über das Thema:

„Das Weltfernsprechen".

Die Probleme seiner Technik und Organisation.

1. 6. XI. 1933:
   Herr Ministerialrat Dr. Wittiber: Geschichte und wirtschaftliche Bedeutung des Weltfernsprechens: Technik, Betrieb, Organisation, Finanz- und Tarifpolitik.
2. 13. XI. 1933:
   Herr Direktor Dr.-Ing. E. h. Dr. phil. h. c. Lüschen: Einige Vorführungen aus der Physik der elektrischen Nachrichtenübermittlung: Die Natur der elektr. Nachricht. Die Verzerrungen der elektr. Nachricht bei der Übertragung. Die Grundzüge der Mehrfach-Nachrichten-Systeme.
3. 20. XI. 1933:
   Herr Postdirektor Gladenbeck: Organisation und Bedeutung der Arbeiten der internationalen beratenden Ausschüsse für den Fernsprech- (CCIF), Telegraphen- (CCIT) und Funkbetrieb (CCIR).
4. 27. XI. 1933:
   Herr Dr. H. F. Mayer: Die Leitungstechnik des Weltfernsprechnetzes: Die Grundlagen der Netzplanung. Technische Gestaltung des Fernleitungsnetzes.
5. 4. XII. 1933:
   Herr Direktor M. Langer: Die Technik des Fernbetriebes: Herstellung und Überwachung der Verbindungen, voll- und halbselbsttätiger und Handbetrieb, zweckmäßige Netzgestaltung für diese Betriebe.
6. 11. XII. 1933:
   Herr Ministerialrat Höpfner: Das drahtlose Fernsprechen im Weltverkehr: Aufbau einer drahtlosen Verbindung, Eingliederung in das allgemeine Fernsprechwesen, Verbreitung des drahtlosen Fernsprechwesens.

Telegraphie und Rundfunk werden nur soweit besprochen, als sie mit dem Fernsprechwesen zusammenhängen.

Zeit: Montag abends pünktlich 6½ ··· 8 Uhr.

Ort: Großer Hörsaal des Neuen Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule.

Teilnehmerkarten sind zu haben:

a) im Elektrotechnischen Verein, Bln.-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II; Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302;
b) in der Technischen Hochschule, Zimmer Nr. 235.

Der Preis für sämtliche Vorträge beträgt:

a) für Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins 6 RM
b) für deutsche Studenten . . . . . 3 „
c) für andere Teilnehmer . . . . . 10 „

Karten für einzelne Vorträge werden nicht ausgegeben.

Ordentliche Sitzung

am 26. September 1933 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Ministerialdirektor a. D. Arendt.

M. H., ich eröffne unsere heutige Sitzung und begrüße Sie, auch im Namen unseres 1. Vorsitzenden, der leider verhindert ist, persönlich zu erscheinen. Es ist die erste ordentliche Sitzung des heurigen Wintersemesters, in das wir mit neugestärkter Kraft und Zuversicht hineingehen wollen.

Von der letzten Sitzung, die am 30. Mai stattgefunden hat, liegt noch ein Bericht vor. Einwendungen gegen ihn sind nicht erhoben worden. Ich darf feststellen, daß der Bericht über diese Sitzung angenommen ist. Seither sind 37 Neuanmeldungen eingegangen; eine Liste liegt hier zur Einsicht aus.

Weiter habe ich Ihnen mitzuteilen, daß im Verband der technisch-wissenschaftlichen Vereine zu Berlin, zu dem auch unser Verein gehört, beschlossen worden ist, am Sonnabend, dem 4. November das alljährlich stattfindende „Wohltätigkeitsfest der Technik" zu veranstalten. Sämtliche Gesellschaftsräume des Zoologischen Gartens sind dafür bestellt worden. Für jede Teilnehmerkarte, die durch uns abgesetzt wird, erhält unser Unterstützungsfonds einen Anteil des Überschusses. An die große Notlage unserer Fachgenossen brauche ich nicht zu erinnern, und ich brauche wohl auch nicht besonders an Sie zu appellieren, nach Möglichkeit an diesem Wohltätigkeitsfest teilzunehmen.

Für den heutigen Abend hat uns Herr Dr. Oertel einen Vortrag zugesagt über: „Grundfragen des elektrischen Antriebes und ihre Lösungen in verschiedenen Industriezweigen". ich bitte Herrn Dr. OERTEL das Wort zu seinem Vortrag zu nehmen.

(Folgt Vortrag.)

Vorsitzender: Wird das Wort zu dem Vortrag gewünscht? Das Gebiet ist ja so umfangreich, daß vielleicht der eine oder andere Herr noch eine Bemerkung zu machen weiß oder eine Frage zu stellen hat. Herrn Dr. OERTEL wäre das sicher erwünscht, da er vorbereitet ist, uns über Einzelheiten noch zu unterrichten. — Mein Liebeswerben scheint aber umsonst zu sein. Das mag daran liegen, Herr Dr. OERTEL, daß Sie uns in Ihrem Vortrag schon ausgiebig Auskunft gegeben haben. Mir bleibt dann nur übrig, Ihnen dafür unseren recht herzlichen Dank auszusprechen. Ihr Vortrag hat uns sicher-

Digitized by Google

lich die eine Wohltat erwiesen, daß er uns auf den höheren Standpunkt gestellt hat: daß wir nicht nur Motoren in großen Betrieben gesehen haben, die wir uns zu vergegenwärtigen haben, sondern daß Sie uns auch, wie es gut und nützlich ist, für jede Betrachtung die größeren Gesichtspunkte herausgestellt haben. Recht verbindlichen Dank dafür!

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein e. V.

Arzt, Hugo, Reichsbahn-Direktor, Oldenburg
Bax, Adolf, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Dickenscheid, Chr., Ingenieur, Bln.-Wilmersdorf
Fritz, Arthur, Ingenieur, Linz a. D.
Galotti, Franz, Dipl.-Ing., Galati (Rumänien)
Grau, Hellmuth, Dipl.-Ing., Berlin
Grosse, Vitaly, Dipl.-Ing., Bln.-Steglitz
Grubel, Walther, Student, Berlin
Grüber, Paul, Techniker, Kalkberge-Schulzenhöhe
Haake, Georg, Dipl.-Ing., Berlin
Haenchen, Aug., Elektrotechn. Fabrik Eltville a. Rh.
Helfmann, Karl, Ingenieur, Bln.-Friedenau
Hennings, Heinz, Student, Bln.-Zehlendorf
Henscher, Erich, Student, Bln.-Charlottenburg
Höfferer, Fritz, Ingenieur, St. Veit a. d. Glan (Kärnten)
Kamei, Yoshio, Elektroing., Tokyo
Kaufmann, Otto, Obering., Bln.-Charlottenburg
Klein, Karl, Dipl.-Ing., Bln.-Grünau
Klenkler, Fritz, Dipl.-Ing., Ekona near Victoria/Nigeria (Westafrika)
Koehn, Otto, Direktor, Bln.-Nikolassee
Kuhberg, Hans-Joachim, Dipl.-Ing., Potsdam
Lang, Gerhard, cand. electr., Bln.-Charlottenburg
Nolte, Ludwig, Dr.-Ing., Bln.-Steglitz
Paasch, Johann Wolfgang, cand. ing., Bln-Britz
Peglow, Paul, Präsident, Bln.-Tempelhof
Penschke, Gerd, Student, Berlin
Pfeffer, Rudolf, Dipl.-Ing., Innsbruck
Rettschlag, Heinz, Dipl.-Ing., Berlin
v. Rössing, Freiherr, Dipl.-Ing., Berlin-Friedenau
Rukop, Hans, Dr. phil., Direktor, Berlin
Seelig, Werner, Elektrotechniker, Bln.-Lichtenberg
Sotiroff, Boris, cand. ing., Fredrichsthal
Schieb, Alfred, Reichsbahnoberrat, Berlin
Schildknecht, Juan G., Direktor, Rosario (Argentinien)
Schmiedeke, Felix, stud. ing., Berlin
Schwab, Martin, Direktor, Bln.-Charlottenburg
Wothe, Heinz, Dipl.-Ing., Cottbus

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Errichtungsvorschriften II.

Schlußentwurf.

Änderungen bzw. Ergänzungen zu VDE 0101/1930

„Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V.E.S.2."

Gültig ab 19. Oktober 1933[1].

III. Allgemein gültige Bestimmungen.

B. Elektrische Maschinen, Transformatoren und Akkumulatoren.

§ 6.

Elektrische Maschinen.

Der 4. Absatz von Regel 5 erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Die Meßgeräte sollen mindestens die Meßgenauigkeit der Klasse G der „Regeln für Meßgeräte", die Stromwandler die der Klasse 1 und die Spannungswandler die der Klasse 1,0 der „Regeln für Wandler R.E.W." haben."

§ 7.

Transformatoren.

Der 5. Absatz von Regel 4 erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Die Meßgeräte sollen mindestens die Meßgenauigkeit der Klasse G der „Regeln für Meßgeräte", die Stromwandler die der Klasse 1 und die Spannungswandler die der Klasse 1,0 der „Regeln für Wandler R.E.W." haben."

[1] Angenommen durch den Vorstand im September 1933.

Bekanntmachung.

Kommission für Errichtungsvorschriften II.

Die Kommission hatte in ETZ 1933, S. 290, einen Entwurf 1 betr.

Änderungen bzw. Ergänzungen zu VDE 0101/1930 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V.E.S. 2." veröffentlicht.

Die gegen diesen Entwurf eingegangenen Einwände sind ordnungsgemäß beraten und haben zu dem nachstehend veröffentlichten Schlußentwurf geführt.

Dieser Schlußentwurf ist noch durch Änderungen von § 6, Regel 5 und § 7, Regel 4 erweitert worden. Hierdurch ist eine Angleichung an VDE 0414 „Regeln für Wandler R.E.W." herbeigeführt. Nach Verständigung mit dem Vorsitzenden der Kommission für Errichtungsvorschriften II sind diese Änderungen bereits in der z. Z. geltenden 19. Auflage des Vorschriftenbuches und dem hiernach angefertigten Sonderdruck VDE 0101/1930, Ausgabe Mai 1933, aufgenommen.

Schließlich sind in dem nachstehenden Schlußentwurf noch einige Änderungen zu § 19 „Freileitungen" enthalten, die zur Angleichung an die ab 1. Dezember 1932 in Kraft getretenen Änderungen an VDE 0210 „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F." erforderlich waren.

Die nachstehend als Schlußentwurf veröffentlichten Änderungen bzw. Ergänzungen zu VDE 0101 sind durch den Vorstand auf Grund der ihm von dem bevollmächtigten Ausschuß in der am 11. Juni 1933 in Wiesbaden abgehaltenen Sitzung erteilten Vollmacht angenommen; sie treten mit dem Tage der Verkündung an dieser Stelle in Kraft.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Die Vorschrift f) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

⚒ „f) Öltransformatoren müssen in B. u. T. mit Ölkonservatoren versehen sein und in feuersicheren Räumen aufgestellt werden.

⚒ Vorrichtungen zur Aufnahme auslaufenden Öles und zur Löschung eines Brandes sind vorzusehen.

Bei Öltransformatoren unter 100 kVA können Erleichterungen zugelassen werden."

Die bisherige Vorschrift g), die als 2. Absatz in die neue Vorschrift f) übernommen ist, wird gestrichen.

An ihre Stelle tritt eine neue Vorschrift g) folgenden Wortlautes:

⚒ „g) Öltransformatoren müssen in B. u. T. mit Überlastungs- oder Übertemperaturschutz ausgerüstet sein."

C. Schaltanlagen.

§ 11.

Schalter.

Hinter Regel 4 wird eine neue Vorschrift g) folgenden Wortlautes eingefügt:

⚒ „g) Ölschalter mit selbsttätiger Überstromauslösung müssen in B. u. T. in feuersicheren Räumen aufgestellt werden, wenn die Schalter am Aufstellungsort mit mehr als 75 % ihrer Nennschaltleistung beansprucht werden können."

Die bisherige Vorschrift g) erhält nunmehr den Kennbuchstaben h) und wird durch folgenden neuen Absatz erweitert:

⚒ „Bei Hochleistungsölschaltern in B. u. T., die mit weniger als 75 % ihrer Nennschaltleistung beansprucht werden, ist ein Ölabfluß nicht erforderlich."

Die bisherigen Vorschriften h) ··· m) erhalten nunmehr die Kennbuchstaben i) ··· n).

F. Leitungen.

§ 19.

Freileitungen.

Der zweite Absatz der Vorschrift e) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

Digitized by Google

„Fernmeldeleitungen dürfen am gleichen Gestänge nicht oberhalb der Starkstromleitungen verlegt werden. Dieses gilt nicht für selbsttragende Luftkabel."

In der Vorschrift h) erhält der Unterabschnitt α) folgenden geänderten Wortlaut:

„α) Der senkrechte Abstand zwischen den nicht ausgeschwungenen Leitungen und darunter liegenden Gebäudeteilen (Dachfirst, Oberkante der Schornsteine u. dgl.) muß mindestens 3 m betragen, und zwar bei Leitungen mit Kettenisolatoren bei größtem Durchhang auch dann, wenn die unterste Leitung in einem benachbarten Feld gerissen ist oder, wenn bei normaler Eisbelastung der Eisbehang in beiden Nachbarfeldern abgefallen, im Kreuzungsfeld dagegen noch vorhanden ist."

Die Vorschrift i) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„i) Bei Nennspannungen von mehr als 100 kV sind die unter g) und h) angegebenen Abstände um den Wert $\frac{U_n - 100}{150}$, in Metern gemessen, zu vergrößern. Hierin ist U die Nennspannung in Kilovolt."

SITZUNGSKALENDER.

Thüringer Elektrotechn. Verein, Erfurt. 20. X. 1933, abds. 8 h, Münchener Bürgerbräu, Anger: Vortrag Postrat Schneider, „Sind die Fernsprechgebühren zu teuer?"

Oberschles. Elektrotechn. Verein, Gleiwitz. 20. X. 1933, abds. 6 h, Büchereisaal der Donnersmarckhütte in Hindenburg: Lichtbildervortrag Dr. Lesch, Mannheim, „Drehzahlregelung von Drehstrommotoren".

Pomm. Elektrotechn. Verein, Stettin. 20. X. 1933, abds. 8¼ h, Konzerthaus Stettin: Vortrag Dipl.-Ing. Kotte, „Die drucktechnische Wiedergabe von Bildern und Zeichnungen".

Deutscher Verband für die Materialprüfungen der Technik, Berlin. 24. u. 25. X. 1933: 22. Verbandsversammlung in Essen, Haus der Technik, Saal I, mit 6 Hauptvorträgen, Aussprache und Besichtigungen. Auskunft erteilt die Geschäftstelle: Berlin NW 7, Dorotheenstr. 40.

Verein deutscher Ingenieure, Berlin (Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure). 19. X. 1933, abds. 7¾ h, gr. Saal des Ingenieurhauses (Hermann-Göring-Str. 27), 1. Vortrag der Reihe „Oberflächenbehandlung": Obering. W. Aumann, Berlin, „Die industriellen Reinigungsverfahren von Werkstoffen". Eintrittskarten für die ganze Reihe (4 Vorträge) sind durch die Geschäftstelle der ADB, Berlin NW 7, Ingenieurhaus, Fernspr. A 1 (Jäger) 0035, App. 94, zum Preise von 1,60 RM zu beziehen.

PERSÖNLICHES.

A. Koepsel †. — Am 26. VII. 1933 verstarb in Berlin im Alter von 77 Jahren Herr Dr. phil. Adolf Koepsel. Ehemals persönlicher Assistent von Werner von Siemens und als Vorstand des physikalischen Laboratoriums von Siemens & Halske und Mitarbeiter von Wilhelm von Siemens in dessen Privatlaboratorium sowie als Mitglied der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie hatte Koepsel erheblichen Anteil an bedeutungsvollen elektrotechnischen Entwicklungsarbeiten auf den Gebieten der Meßgeräte und Meßverfahren, der Hochspannung und der drahtlosen Telegraphie[1]. Besonders beachtet wurde sein Gerät zur Bestimmung der magnetischen Eigenschaften des Eisens mit direkter Ablesung (1894) sowie sein Drehkondensator (1901), der schon damals die noch heute üblichen Form besaß[2].

H. Kress †. — Am 29. IX. 1933 verschied infolge Herzschlages der Regierungsbaumeister a. D., Dr.-Ing. E. h. Heinrich Kress, Mitglied der Akademie des Bauwesens, im 63. Lebensjahr. Der Verstorbene war langjähriges Vorstandsmitglied von Siemens & Halske, im besonderen der Siemens-Bauunion, und hat schon seit 1897 in der Abteilung für elektrische Bahnen der Siemens & Halske AG. grundlegend am Bau elektrischer Hoch- und Untergrundbahnen mitgewirkt.

Frank W. Peek jr. †.

Einem Autounfall an einem Bahnübergang in Kanada fiel am 26. VII. d. J. der auch in Deutschland dem Namen nach sehr bekannte und geschätzte Chefingenieur des Werkes Pittsfield (Mass.) der General Electric Co. zum Opfer.

In Deutschland ist der Verstorbene hauptsächlich durch seine Arbeiten auf dem Gebiete der Hochspannungsentladungen, insbesondere durch seine Untersuchungen über die Kugelfunkenstrecke und Koronaverluste an Leitungen sowie über Wanderwellenvorgänge und Spannungstoß bekannt geworden. Sein Buch „Dielectric Phenomena in High Voltage Engineering", das in 1. Auflage 1915 erschien, hat auch hier weite Verbreitung gefunden.

Geboren am 20. VIII. 1881 in Mokelumne Hill in Kalifornien, studierte er an der dortigen Leland Stanford University und trat 1905 mit der Würde eines „bachelor of arts" ausgezeichnet durch seine Teilnahme an dem Test Course der General Electric Co. in Schenectady in Beziehungen zu dieser Gesellschaft. Hier befaßte er sich,

F. W. Peek jr. †.

nachdem er in der Zwischenzeit mit Sonderprüfungen beauftragt gewesen war, von 1907 an zunächst im Power and Mining Engineering Dept. mit Blitzschutzuntersuchungen an Freileitungen in Colorado, trat 1909 in das von Dr. C. P. Steinmetz neu gebildete Consulting Engineering Dept. dieser Gesellschaft ein und führte hier die eingangs erwähnten grundlegenden, für Hochspanungs-Kraftübertragungen besonders wichtigen Forschungen über Koronaerscheinungen usw. durch, über die er 1911 seine erste größere Arbeit veröffentlichte. Von 1912/1915 arbeitete er dann an der Entwicklung seines ersten Stoßgenerators für 200 000 V. 1916 wurde er von Schenectady an das Pittsfielder Werk seiner Gesellschaft versetzt, wo er bis zu seinem frühen Tode besonders für Blitzforschungen und andere, den Freileitungsbau betreffende Fragen tätig war. Nach außen hin fielen wohl am meisten seine in dem dortigen Hochspannungslaboratorium durchgeführten Versuche mit höchsten Stoßspannungen (1922 bis 2 Mill V, 1928 bis 5 Mill V, 1931 bis 10 Mill V) auf.

Außerordentlich zahlreich sind seine Veröffentlichungen (gegen 200) auf den Hochspannungs- und verwandten Gebieten, auf denen er sich auch durch seine Teilnahme in den verschiedensten technischen Verbänden und Kommissionen betätigte. Für seine Verdienste wurden ihm 1923 und 1926 verschiedene wissenschaftliche Auszeichnungen zuteil.

So verliert nicht nur seine Gesellschaft, sondern die ganze wissenschaftliche Fachwelt in dem zu früh Dahingegangenen, der sich auch als Mensch bei allen, die ihn persönlich kannten, infolge seines liebenswürdigen, stets

[1] Näheres über den Lebenslauf des Verstorbenen sowie sein Bild brachte die ETZ 1926, S. 373.
[2] Siemens-Z. Bd. 13, S. 244.

Digitized by Google

hilfsbereiten, bescheidenen und aufrichtigen Wesens ganz besonderer Wertschätzung erfreute, einen hervorragenden Mitarbeiter. *W. W.*

A. Menge. — An Stelle des verstorbenen Dr. Jahncke wurde Landesbaurat Dr.-Ing. E. h. August Menge zum Vorsitzenden des Vorstandes der Elektrowerke AG., Berlin, bestellt. Der Übertritt von Dr. Menge, der bisher Leiter der bayerischen staatlichen Großelektrizitätsversorgung war, zu den Reichselektrowerken erfolgt im Einvernehmen mit dem bayerischen Staatsministerium.

Auszeichnungen. — Die T. H. Danzig verlieh Herrn Dir. Dipl.-Ing. Ludwig Roebel, Mannheim (BBC), die Würde eines Dr.-Ing. E. h. in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Entwicklung des Elektromaschinenbaues auf verschiedenen Teilgebieten, im besonderen durch die Erfindung des nach ihm benannten Kunststabes zur Vermeidung von Wirbelstromverlusten.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Das Ätznatron-Element.

In H. 6 (S. 131) dieser Zeitschrift vom 9. II. 1933 brachte Ing. R. ZIEGENBERG eine bemerkenswerte Abhandlung über Ätznatron-Elemente, in welcher diese neben oder an Stelle von Akkumulatoren für Eisenbahnsicherungsanlagen empfohlen wurden. Hierfür sind jedoch mit dem besten Erfolge in überwiegendem Umfange Akkumulatorenbatterien, die durch das bekannte Floatingsystem[1] vom Netz dauernd auf voller Kapazität gehalten werden, im Gebrauch. Diese Batterien können infolge des dauernden Ersatzes des verbrauchten Stromes klein gehalten werden und somit auch die Anschaffungskosten. Es ist klar, daß dieses System auch in bezug auf Wirtschaftlichkeit einem Betriebe mit Primärelementen der sonst erforderlichen großen Kapazität überlegen ist.

Die Ausführungen des Herrn ZIEGENBERG sind meines Erachtens deshalb nur auf den Fall zu beziehen, in welchem die Floatingschaltung infolge Fehlens der erforderlichen Netzanlage an der Verbrauchstelle nicht möglich ist und deshalb Primärelemente und Akkumulatoren als direkte, unabhängige Stromquellen in Vergleich zu stellen sind. Hierauf beziehen sich die folgenden Zeilen.

Der Vorteil der Carbone-Ätznatron-Elemente mit Luftdepolarisation gegenüber anderen Primärelementen liegt in erster Linie darin, daß sie über eine sehr lange Zeit ohne Wartung betriebsfähig sind. Sie haben eine sehr geringe Selbstentladung und sind auch unempfindlich gegenüber Temperatureinflüssen. Dagegen geht die Überlastbarkeit nur bis zu einer gewissen Grenze. Naturgemäß muß die Spannung der Elemente zusammenbrechen, wenn das Nachdiffundieren von Luftsauerstoff zur Depolarisation und die Entladung von Wasserstoff an der Anode nicht mehr im Gleichgewicht sind.

Bei Akkumulatoren ist gegenüber dem Carbone-Element eine Überlegenheit in der Spannung vorhanden und die Überlastbarkeit natürlich sehr groß. Für lange Betriebszeit ohne Nachladung werden an Stelle der hierfür nicht geeigneten Bleibatterien normaler Bauart Spezialbleiakkumulatoren, besonders vom Accomet und Ad-Typ der Varta hergestellt. Derartige Batterien werden bis zu einem Jahr ohne Nachladung praktisch in sehr großem Umfange angewendet.

Bei Gegenüberstellung von Carbone-Elementen und Spezialakkumulatoren für lange Betriebszeit wird es für die Praxis vielfach wichtig sein, daß die Kosten für die Anlage nicht zu hoch werden. Eine Akkumulatorenbatterie ist in der Anschaffung teurer als eine gleich große Primärbatterie. Anderseits ist die Unterhaltung ersterer wesentlich einfacher und billiger. Ladestellen sind besonders bei der Bahn wohl stets in erreichbarer Nähe vorhanden, so daß auch das Einkalkulieren eines Gleichrichters in den allermeisten Fällen sich erübrigt. Es kommt also lediglich einfaches Umtauschen der Akkumulatoren in Frage gegenüber den umständlichen Regenerierungsarbeiten bei Carbone-Elementen.

Das folgende Beispiel gibt unter diesen Voraussetzungen einen Vergleich zwischen einer 12 V-, 500 Ah-Carbone-Batterie (10 Elemente) und einer in der Kapazität halb so großen 12 V-Bleiakkumulatorenbatterie (6 Elemente). Die Kapazität von 500 Ah reicht bei schwacher Beanspruchung von täglich 0,9 ··· 1,0 Ah rd. 1½ Jahre; die Bleibatterie muß dann nach 250 Ah, das heißt nach einem Dreivierteljahr, umgetauscht werden. Für eine Gesamtbetriebszeit von 7½ Jahren ergibt sich dann viermalige Regenerierung der Carbone-Elemente bzw. neunmaliger Umtausch der Bleibatterie.

[1] Vgl. ETZ 1929, S. 1768.

Beispiel.

10 Carbone-Elemente von 500 Ah		Bleibatterie 6 Elemente von 250 Ah	
RM 160.—	Anschaffungspreis	RM 150.—	Anschaffungspreis u. Inbetriebsetzung
„ 174.—	4 Neufüllungen	„ 16.20	9 Ladungen
„ 19.—	Lohn	„ 9.—	Lohn
RM 353.—		RM 175.20	
(gemäß den Angaben von Ziegenberg auf Seite 132 der Zeitschrift).		+ 43.80	= 25% Anteil für Wechselbatterie.
		RM 219.—	Es sind also für 4 Anlagen 5 Batterien vorgesehen.

Für Sonderfälle, in denen die Batterien mit stärkerer Strombelastung in kürzerer Zeit öfter entladen werden, empfiehlt es sich, zur Vermeidung des Umtausches in kürzeren Abständen vielleicht doch die höheren Anlagekosten für eine Bleibatterie derselben Kapazität von 500 Ah wie für die Carbone-Elemente aufzuwenden.

Beispielsweise ergeben sich bei 20 Entladungen für eine Batterie von 12 V und 500 Ah folgende Gesamtsummen, worin Anschaffungs- und Betriebskosten, bei Bleibatterien zuzüglich 25 % für die Umtauschbatterie enthalten sind:

Carbone	Bleiakkumulator
1218,50 RM	503,25 RM.

Berlin, 15. V. 1933. Dr. O. Clemens.

Erwiderung.

Zu den Ausführungen von Dr.-Ing. O. CLEMENS ist zunächst allgemein zu bemerken, daß zum Betriebe von Signal- und Sicherheitsanlagen der transportable Akkumulator in seinen bewährten Sonderausführungen stets dann als Stromquelle in Frage kommen wird, wenn entweder eine geeignete Ladestromquelle, am besten Gleichstrom zweckmäßiger Spannung oder Wechselstrom mit Gleichrichter, an Ort und Stelle zur Verfügung stehen oder sich in bequem erreichbarer Nähe befinden. Dies wird im Eisenbahnbetrieb oft der Fall sein, wenn z. B. an irgendeiner kleinen Station selbst keine Ladegelegenheit vorhanden ist, wohl aber in 100 km Entfernung und darüber, wobei der Transport des zu ladenden Akkumulators und die Heranbringung der Ersatzbatterie in einfacher, billiger und sicherer Weise durch die Bahn selbst möglich sind.

Es sind jedoch, wie die Erfahrung lehrt, noch genügend Anwendungsmöglichkeiten vorhanden, nicht nur in heute noch wenig bevölkerten Gegenden, wie in Amerika und allgemein Übersee, sondern auch in den älteren Kulturländern, wo entweder überhaupt kein Ladestrom auch nicht in praktisch erreichbarer Nähe, zur Verfügung steht, oder wo sich die Einrichtung einer Ladestation und der Transport der Batterie zu dieser auf verhältnismäßig weite Entfernung so umständlich und teuer stellen, daß hier in der Tat das Ätznatron-Element wesentliche Vorteile sowohl technischer wie wirtschaftlicher Natur bietet. Hier sind die gleichmäßige Spannung, Abwesenheit jeder Selbstentladung und Wartung, und die in ganz kurzer Zeit auch von weniger geübtem Personal vorzunehmende Erneuerung der Ladung als so wesentliche Vorteile anzusehen, daß eine Ätznatron-Batterie ohne weiteres, mit gleicher Betriebsicherheit, die Funktion eines gleichwertigen transportablen Akkumulators übernehmen kann und sich dabei in den Anlage- und Betriebskosten oft nicht nur nicht teurer, sondern sogar billiger stellt.

Bleibt noch die wichtige wirtschaftliche Frage zu erörtern, die gesamten Betriebskosten im einen und anderen Falle. Hier wird man, wie in meiner Arbeit über das Ätznatron-Element wiederholt betont wurde, keine allgemein gültige Rechnung aufstellen können, wird vielmehr von Fall zu Fall die ins gesamt durch die Anschaffung und den Betrieb, also die verbrauchten Materialien und den Ladestrom, schließlich durch die Arbeitslöhne und Abnutzung entstehenden Kosten feststellen müssen, um zu einer zuverlässigen Berechnung der Gesamtkosten zu kommen. Hier wird sich in der Tat in vielen Fällen ein Vorteil für die Ätznatron-Batterie ergeben.

Digitized by Google

Handelt es sich z. B. um den Betrieb einer einzigen Signal- oder Sicherheitsanlage, so hat man im Falle des Akkumulators zu den Kosten der Batterie die Gesamtkosten einer gleich großen Ersatzbatterie hinzuzufügen, denn eine Batterie kleinerer Kapazität zu wählen, ist für den Fall mißlich, daß an der in Ladung befindlichen Batterie gelegentlich auch eine Reparatur vorgenommen werden muß. Die gesamten Anlage- und Betriebskosten erhöhen sich in dem gewählten Beispiel dann von 219 RM auf rd. 325 RM, also auf nicht wesentlich weniger als die 353 RM ausmachenden Kosten für die Carbone-Elemente.

Stellt sich ferner bei vorhandenem Wechselstromanschluß die Einrichtung einer Sicherheits- oder Signalanlage als notwendig heraus, die durch einen Akkumulator betrieben werden soll, so wird nicht in allen Fällen auch gleich ein geeigneter Gleichrichter zur Verfügung stehen, dieser muß dann außer der Ersatzbatterie noch besonders beschafft werden. Für den Betrieb einer solchen Anlage wird man sich nur einer besseren und daher nicht ganz billigen Type, mit Kontrollinstrumenten usw. bedienen, deren Kosten auf rd. 200 ··· 250 RM zu veranschlagen sind. Kommt dieser Betrag in dem angenommenen Beispiel hinzu, dann unterliegt es keinem Zweifel, daß sich der Betrieb mit den Ätznatron-Elementen in den Anschaffungs- wie Betriebskosten nicht unerheblich billiger als im Falle des Akkumulators stellt.

Aus alledem ergibt sich, was in meinen Ausführungen auch nur bewiesen werden sollte, daß in dem Ätznatron-Element keineswegs nur ein Konkurrent für den transportablen Akkumulator in seiner heutigen vielfachen und erprobten Anwendung entstanden ist, daß es vielmehr eine wertvolle Ergänzung darstellt, die die Erzeugung mittlerer Elektrizitätsmengen in technisch einwandfreier und wirtschaftlich tragbarer Weise in solchen Fällen gestattet, in denen dies bisher durch den Akkumulator entweder überhaupt nicht oder doch nur unter Aufwendung großer Geldmittel möglich war.

Berlin-Schöneberg, 10. VI. 1933.

R. Ziegenberg.

LITERATUR.

Besprechungen.

Raumbeleuchtungstechnik. Von Dr.-Ing. W. Arndt. Mit 23 Abb., 2 Taf. u. 107 S. in gr. 8°. Union Deutsche Verlagsges., Zweigniederlassung Berlin 1932. Preis kart. 9 RM.

Der Verfasser setzt sich bekanntlich seit einigen Jahren dafür ein, die Beleuchtungstechnik als ein räumliches Problem aufzufassen, und er führt infolgedessen an Stelle der heute gebräuchlichen Angabe der Beleuchtungstärke in Lux auf der Arbeitsfläche den Begriff der mittleren Raumhelligkeit in Raumlux ein. Man mag sich nun zu der Frage, ob heute schon ein allgemeiner Übergang zu der Raumhelligkeit zweckmäßig ist oder nicht, stellen wie man will — jedenfalls kann man an der neuen Richtung in der Beleuchtungstechnik nicht mehr vorübergehen, und es ist daher sehr zu begrüßen, daß der Verfasser seine Ansichten in der vorliegenden kleinen Schrift übersichtlich und in allgemein verständlicher Form auseinandersetzt. Im allgemeinen Teil, der das Wesen der Beleuchtungstechnik sowie die physikalisch bedingten Grenzen und Ziele behandelt, werden die Gründe für die räumliche Auffassung des Problems erklärt. Im technischen Teil werden zunächst die Grundgrößen, der Lichtstrom und die Raumhelligkeit, abgeleitet und deren Messung beschrieben, dann wird die Bewertung der Beleuchtung in Hinsicht auf die Raumhelligkeit, das Diffusitäts- und das Blendungsmaß eingehend behandelt. Auf die Zusammenfassung der Richtlinien für die Bewertung der Beleuchtung folgt noch ein Anhang mit durchgerechneten Beispielen. Das gut ausgestattete und klar geschriebene Buch wird von jedem, der sich mit Beleuchtungsfragen zu beschäftigen hat, mit Vorteil gelesen werden; es bietet eine Fülle von Anregungen.

W. Voege.

Öffentliche Heizkraftwerke und Elektrizitätswirtschaft in Städten. Von Dr.-Ing. E. Schulz. Mit 171 Textabb., VII u. 209 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1933. Preis geb. 28,50 RM.

Die Absicht, die das vorliegende Werk verfolgt, ist nach den Worten des Verfassers, der städtischen Elektrizitätsversorgung mit der öffentlichen Heizkraftwirtschaft ein Mittel zur Produktionsverbilligung zu empfehlen, das sich organisch dem Erzeugungsverfahren eingliedert, und den Vorteil niedrigsten Energieverbrauches mit größter Vereinfachung des Stromtransportes verbindet. Hiermit wird im großen nur die logische Folgerung aus der Erfahrung gezogen, daß es den Elektrizitätswerken sehr schwer fällt, Industrieunternehmen, die die Deckung des Wärmebedarfes mit der des Bedarfes elektrischer Energie in eigener Anlage kuppeln können, einen konkurrenzfähigen Strompreis anzubieten und das Unternehmen als Stromabnehmer zu gewinnen.

Wenn der Gedanke der energetischen Verbindung von Heiz- und Kraftanlagen in der öffentlichen Großkraftwirtschaft wenig verwirklicht worden ist, so ist dies auf die nur auf Vermutungen gestützte, aber unbewiesene Behauptung zurückzuführen, daß die Verschiedenheit der Bedarfsschwankungen an Wärme- und elektrischer Energie eine Kupplungsmöglichkeit ausschließt oder zum mindesten aus der Kupplung keine Vorteile entspringen.

In 4 Abschnitten werden an erster Stelle die Entwicklungslinien der Energieversorgung in Städten, der Kraft- und Wärmeversorgung behandelt. Nach einer kurzen Überleitung zur Heizkraftkupplung werden die Leitsätze der öffentlichen Heizkraftwirtschaft entwickelt und die Bedeutung von Kraft und Wärme in der Energiewirtschaft und im Haushalt beleuchtet.

Der II. Abschnitt ist den Grundlagen der Heizkrafttechnik gewidmet; er behandelt die Fragen der Kraft- und Wärmequellen, des Kraft- und Wärmetransportes, der Städte- und Hausheizung.

Praktische Erfahrungen mit bestehenden Heizkraft- und Städteheizwerken vermittelt der III. Abschnitt. Hier findet der Fachmann wertvolles Material über Absatzziffern und den Ausbau von Wärmeverteilungsnetzen; neben rein Technischem wird wichtigstes Kaufmännisches gegeben in den Erörterungen über Formen der Organisation, der Tarife und der Lieferungsverträge für Wärme. Schaltpläne, Meß- und Betriebsergebnisse aus der Praxis vervollständigen das Material.

Als wichtigsten darf man den IV. Abschnitt bezeichnen, in dem der Verfasser absolut neuartige Untersuchungen über das bisher ungeklärte Problem durchführt, inwieweit eine wirtschaftliche Kupplung von Wärme- und Strombedarf, deren Schwankungen in erster Linie Naturgesetzen folgen, überhaupt möglich ist. Mit außerordentlicher Sachkenntnis ist hier ein ausgezeichnetes statistisches Material über allgemeine Verbrauchsänderungen von Wärme und Strom und Tagesformen der Wärme- und Strombelastungen zusammengetragen, anschließend werden Vergleichswerte für Strom- und Wärmelieferung abgeleitet. Danach findet die wirtschaftliche Seite des Problems eine erschöpfende Würdigung.

Die Schlußfolgerungen verdienen gerade heute in der Zeit einer Neuordnung der deutschen Wirtschaft weiteste Beachtung. Der Verfasser beweist mit seinen Untersuchungen die Möglichkeit der Heizkraftkupplung im großen, die sich in der Industrie im kleineren Maßstab stets bewährt hat, vorausgesetzt, daß die Auswahl der Versorgungsgebiete mit der nötigen sachverständigen Urteilskraft erfolgt. Das bedeutet in gewissem Grade Abkehr von der zentralisierten Erzeugung in Mammutzentralen um jeden Preis, Abkehr von der Jagd nach Kalorien bei dem reinen Erzeugungsprozeß, während die Abwärmeverluste und Verluste beim Energietransport als etwas Unvermeidliches hingenommen werden.

Ingenieure und technische Wirtschaftler mögen das mit umfassender technischer Sachkenntnis bearbeitete Werk vor allem um deswillen eingehend studieren, damit sie sich gewöhnen, Fragen der Wärme-, der Elektrizitäts- und Gasversorgung nur im Rahmen des großen, alles umfassenden Themas „Energiewirtschaft" zu betrachten, die im neuen Deutschland als Grundlage wirtschaftlicher Gesundung mehr denn je im Vordergrund des Interesses steht.

H. Rückwardt.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Amerikanische Schnellnachrichtenkonzerne im Jahre 1932. — Von den auf dem Gebiete des Schnellnachrichtenverkehrs tätigen großen amerikanischen Unternehmungen ist die American Telephone & Telegraph Co. (ATT), die Dachgesellschaft des mehr als ¾ aller Sprechstellen der Vereinigten Staaten kontrollierenden Bell-Systems, weniger als die anderen von der Wirtschaftskrise getroffen worden. Das Fernsprechwesen hat sich allgemein gegen den wirtschaftlichen Niedergang widerstandsfähiger gezeigt als die übrigen elektrischen Nachrichtenübermittler, da seine Einrichtungen nicht vorwiegend den Bedürfnissen der Wirtschaft, sondern auch weitgehend privaten Zwecken dienen. Die Wirtschaftsdepression hat die ATT naturgemäß an sich

Digitized by Google

ebenfalls — im Jahre 1932 in verstärktem Maße — in Mitleidenschaft gezogen.

Bell-System[1].

Jahr 31. 12.	Sprechstellen		Leitungen		Gespräche (im Tagesdurchschnitt)	
	Anzahl in Mill	davon Selbstanschluß in %	Länge in Mill km	davon verkabelt in %	Ortsverkehr Anzahl in Mill	Fernverkehr Anzahl in Mill
1930	15,7	31,7%	122,7	93,1%	62,4	2,9
1931	15,4	37,2%	127,4	93,6%	62,2	2,7
1932	13,8	42,5%	129,5	94,0%	58,8	2,25

[1] Ohne dem Bell-System angeschlossene Gesellschaften.

Die Zahl der Sprechstellen des Bell-Systems hat 1932 mit einem Rückgang um 10 % stärker abgenommen als im Vorjahr (— 2 % 1931 gegen 1930). Desgleichen ist in der Zahl der Gespräche ein größerer Rückgang eingetreten. Die Ortsgespräche verminderten sich um 5½ %, die Ferngespräche um 17 % gegen 1931, während im Vorjahr nur ein geringfügiges Nachlassen des Sprechverkehrs zu verzeichnen war.

Die Bruttoeinnahmen stellten sich diesem verschärften Verkehrsrückgang und der weiteren Verschlechterung der Wirtschaftslage entsprechend niedriger.

Jahr	ATT		Bell-System	
	Rohgewinn	Reingewinn	Betriebseinnahmen	Reingewinn
	in Mill RM[1]			
1930	1 226,4	695,1	4 636,4	846,7
1931	1 208,8	700,1	4 518,4	812,3
1932	1 060,5	612,8	4 016,9	816,9

[1] 1 RM = 0,237 $.

Von den Roheinnahmen des Bell-Systems aus dem Fernsprechbetrieb in Höhe von 4016 Mill RM entfielen rd. 2818 Mill RM auf den Ortsverkehr, der gegen 1931 7,4 % weniger erbracht hat, während der Ausfall der Einnahmen beim Fernverkehr, die 1932 1105 Mill RM betrugen, gegen das Vorjahr sich auf 19,3 % belief. Trotzdem behielt die ATT ihre seit vielen Jahren geleisteten Dividendenzahlungen in Höhe von 38 RM je Aktie bei, mußte zu diesem Zweck allerdings einen Betrag der Dividendenreserve entnehmen.

Zur Schmälerung des Reingewinns des Bell-Systems trug auch bei, daß die Western Electric Co., die Fabrikationsgesellschaft der ATT, keine Dividende verteilte, da sie mit einem Verlust in Höhe von 52,9 Mill RM für das Geschäftsjahr 1932 abgeschlossen hat. Die Umsätze der Western Electric Co. hatten 1932 eine Höhe von 495,2 Mill RM erreicht. Sie lagen damit um 71 % unter der 1929 erzielten Umsatzspitze von 1726 Mill RM. Gegen Ende 1932 war die Western Electric Co. nur mit 15 % ihrer Produktionskapazität beschäftigt.

Zu dem stark verminderten Umfang des Geschäftes der Western trugen die verringerten Aufwendungen des Bell-Systems bei, die sich zwar noch auf den Betrag von 1037 Mill RM beliefen, in dieser Höhe aber die niedrigste Ausgabe für Investitionen während der letzten 10 Jahre darstellten. Diese Aufwendungen lagen etwas niedriger als der Anschaffungswert außer Dienst gestellter Betriebseinrichtungen. Der Bell-Konzern konnte somit sein Anlagevermögen in ungefähr der gleichen Höhe halten.

Die Aufwendungen dienten weiterer Verkabelung der Leitungen — durch die Fertigstellung eines bestimmten Kabelabschnittes sind die längsten unmittelbaren, vollständig unterirdischen Leitungen entstanden, die von New York nach Dallas (Texas) über eine Entfernung von 2977 km führen —, der Beschleunigung und Verbesserung des Sprechdienstes, der Erweiterung des drahtlosen Überseeverkehrs (Inbetriebnahme neuer Funkstationen bei Miami), den die ATT ebenfalls, allerdings nur in geringerem Umfange, betreibt.

Die International Telephone & Telegraph Corp. (ITT), die in allen Zweigen des elektrischen Nachrichtenverkehrs, und zwar weitgehend außerhalb der V. S. Amerika sich betätigt, daneben einen großen Produktionsapparat unterhält, mußte zum erstenmal für das Geschäftsjahr 1932 einen Verlust in Höhe von 16,4 Mill RM ausweisen, während das Vorjahr noch mit einem Reingewinn von 31,9 Mill RM abschloß. Die Bruttoeinnahmen haben sich wie folgt entwickelt:

	1932	1931
	in Mill RM	
Insgesamt	283,5	368,8
davon aus: Fernsprechverkehr	92,8	108,4
Land- u. Seetelegraphie	129,8	160,4

Auch hier haben sich die Einnahmen aus dem Fernsprechverkehr besser gehalten (— 15 %) als diejenigen aus dem Telegrammverkehr (— 20 %).

Infolge der verschärften Anspannung der Wirtschaftslage sah sich die Gesellschaft zu weiterer Ausgabensenkung um 39,1 Mill. RM und zur Neubewertung verschiedener Aktiven genötigt, wobei Abschreibungen auf das Anlagevermögen in Höhe von 59 Mill RM und auf Beteiligungen in Höhe von 49,1 Mill RM die Hauptposten bilden. Insgesamt mußten für Abschreibungszwecke und zur Deckung entstandener Verluste mehr als 210 Mill RM den Reserven entnommen werden.

Der Fernsprechdienst, in dem die ITT mit 59,4 % bei weitem am meisten investiert hat — auf den Telegraphenbetrieb mit und ohne Draht entfallen 19,7 %, auf die Fabrikationsunternehmungen 19,3 % ihrer Kapitalanlage —, konnte trotz der Wirtschaftskrise dank starker Werbetätigkeit weiter ausgebaut werden. Die Zahl der von der ITT in insgesamt 11 Ländern betriebenen Fernsprechanschlüsse hatte sich von 769 920 Ende 1931 auf 803 459 Ende 1932 erhöht. Eine Erweiterung erfuhren ferner die drahtlosen Fernsprecheinrichtungen durch neue Stationen auf den Balearen, in Columbien und Peru.

Fabrikationsgesellschaften.

	1932	1931
	in Mill RM	
Umsatz	170,1	257,4
Reingewinn	5,5	24,8
Auftrage (am Jahresende)	70,1	95,8

Der Umsatz der Fabrikationsgesellschaften, von denen die deutschen Unternehmungen der ITT — Mix & Genest, Ferdinand Schuchhardt, C. Lorenz, Telefonfabrik Berliner, Süddeutsche Apparatefabrik — in der Standard Elektrizitäts-Gesellschaft AG. (SEG) zusammengefaßt sind, blieb 1932 um 34 % hinter dem des Vorjahres zurück. Nur 11 % wurden von diesen Lieferungen innerhalb des Konzerns, der Rest im freien Wettbewerb abgesetzt. Insgesamt wurden 1932 rd. 284 500 automatische Anschlüsse eingerichtet, wovon rd. 158 000 nach dem von der ITT entwickelten Rotarysystem installiert sind, das Ende 1932 in 222 Städten der Welt in Gebrauch war. In ihren Londoner Laboratorien hat die Gesellschaft ein neues automatisches Sprechsystem entwickelt, das die Bezeichnung By-path-System führt.

Von den Beteiligungen der ITT ist noch die Übernahme von 610 000 Aktien des großen schwedischen Schwachstromkonzerns L. M. Ericsson zu erwähnen (gegen Verzichtleistung auf eine Forderung in Höhe von 46,2 Mill RM an die Konkursmasse von Kreuger & Toll). Die ITT ist im Vorstand von Ericsson vertreten.

Die Western Union Telegraph Co. verfügt über ein Telegraphensystem folgender Betriebsgröße:

Landlinien (oberirdisch)	351 784 km
Landkabellinien	6 265 „
Seekabellinien	57 101 „
Telegraphenämter	21 950.

Sie nimmt damit eine beherrschende Stellung im Landtelegraphenwesen der V. S. Amerika ein. Neben ihr ist als Landestelegraphengruppe von bedeutendem Verkehrsumfang das zum Konzern der ITT gehörende Postal Telegraph System zu nennen. Im Seekabelwesen der V. S. Amerika wird sie von der ITT überragt, in deren Besitz sich u. a. die großen Seekabelstrecken der All America Cables Inc., der Commercial Cable Co. und der Commercial Pacific Cable Co. (insgesamt 116 500 Streckenkilometer Anfang 1930) befinden.

Die Betriebseinnahmen aus dem im wesentlichen der Wirtschaft dienenden Telegraphenwesen haben sich stark vermindert; sie fielen von 548,5 Mill RM im Jahre 1930 auf 453,6 Mill RM im folgenden und 348,6 Mill RM im Jahre 1932. Das Geschäftsjahr 1932 schloß mit einem Verlust von rd. 3,5 Mill RM gegen rd. 25 Mill RM Reingewinn im Jahre 1931.

hw.

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Elektrische Antriebe der Maschinen der Faserstoffindustrie", H. 41 d. J., ist auf S. 995 rechts in der 2. Zeile des Schmalsatzes neben Abb. 1 das Wort „Streckenwerkes" in „Streckwerkes" umzuändern.

Abschluß des Heftes: 18. Oktober 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Automatische Lichtbogen-Schweißeinrichtungen.

Mitteilung der AEG.

Noch vor einigen Jahren wurde die Elektroschweißung nur von Hand ausgeführt. Eine gute Handschweißung setzt ein geschicktes Schweißpersonal, einen leistungsfähigen Schweißumformer zur Erzielung eines ruhigen, elastischen Lichtbogens und eine dem jeweiligen Verwendungszweck angepaßte blanke oder ummantelte Elektrode voraus. Da die Elektroden für Handschweißung aber nur in Längen von 300 bis 450 mm handelsüblich sind, ergeben sich durch den öfteren Stabwechsel kleine Schweißgeschwindigkeiten und Unregelmäßigkeiten in der Naht.

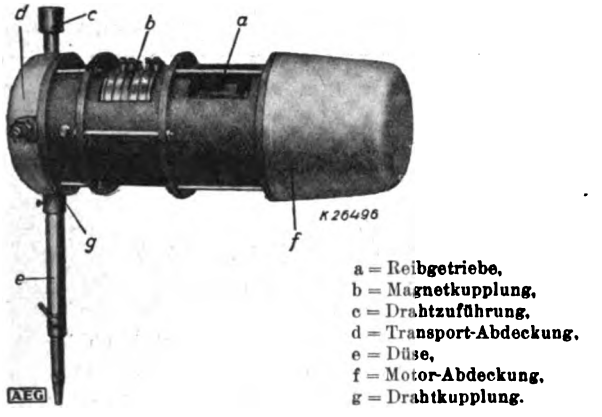


Abb. 1. AEG-Drahtschweißkopf.

Die neuerdings zur Anwendung kommenden Schweißautomaten dienen zur Verbesserung der Güte und des Aussehens der Naht und gleichzeitig zur Senkung der Schweißkosten. Der Schweißkopf, welcher den Nachschub des abzuschmelzenden Elektrodendrahtes selbsttätig vornimmt, ermöglicht die Verwendung blanker Schweißdrähte in Ringform, die billiger als Stäbe sind und durch den ununterbrochenen Schmelzfluß eine gleichmäßige Naht liefern.

Die Bewegung des Schweißkopfes in Nahtrichtung erfolgt meist motorisch, wobei das Schweißstück festliegt; es ist aber auch möglich, das Werkstück unterhalb des feststehenden Schweißkopfes zu bewegen.

Das Gefüge einer mit dem Automaten hergestellten Schweißnaht ist besser als das einer Handschweißung, weil der Automat dauernd mit einer sehr niedrigen Lichtbogenspannung, d. h. mit einem sehr kurzen Lichtbogen arbeitet, was einem Handschweißer bei größter Geschicklichkeit und Übung meist nur für kurze Zeit gelingt.

Ein Schweißautomat ist aber nur dann wirtschaftlich, wenn er konstruktiv so durchgebildet ist, daß er zum Schweißen aller vorkommenden Stumpf- und Kehlnähte verwendet werden kann. Bei den von der AEG gebauten Schweißautomaten für Draht- und Kohleelektroden ist diese Forderung restlos erfüllt; besonders vorteilhaft ist dabei, daß nur die notwendigsten Betätigungsschalter und Regler am Schweißautomaten selbst angeordnet, die Steuergeräte dagegen auf einer getrennt aufgestellten Schalttafel zusammengefaßt sind.

Der Drahtschweißkopf (Abb. 1) hat eine äußerst genau und schnell arbeitende Steuereinrichtung für den Vorschub der Elektrode. Ein kleiner Drehstrom-Kurzschlußmotor treibt über ein regelbares Reibradgetriebe mit unveränderlicher Drehrichtung zwei gegenläufige Magnettöpfe. Durch ein äußerst feinfühliges mit kleinstem Schaltweg funkenfrei arbeitendes Relais werden unter dem Einfluß von Schweißspannung und -strom diese Magnete wechselweise erregt, so daß eine mit geringem Zwischenraum eingesetzte Ankerscheibe den Schweißdraht in der erforderlichen Richtung bewegt. Infolge magnetischer Einflüsse lassen sich manche Werkstücke verhältnismäßig schlecht verschweißen; es tritt dabei meist ein Flattern oder Ablenken des Lichtbogens ein. Durch eine besondere Zusatzeinrichtung wird dieses Flattern des Lichtbogens bei den Automaten der AEG vermieden.

Der Kohleschweißkopf (Abb. 2) enthält im Prinzip die gleichen Antrieb- bzw. Umkehrteile wie der Drahtschweißkopf. Durch eine zusätzliche Drehbewegung der Schweißkohle wird deren allseitig gleichmäßiges Abbrennen erreicht. Zum Auffüllen der in stumpfer Nahtfuge zusammengelegten Bleche wird mit Hilfe eines besonderen Getriebes ein dünner Zusatzdraht, der keine Polarität hat, zugeführt; durch isolierte Anordnung wird eine Beeinflussung oder Ableitung des Lichtbogens vermieden. Die Kanten des Werkstückes werden also verschmolzen, ohne daß ein Abschirmen des Lichtbogens gegen das Werkstück durch den dünnen Zusatzdraht zu befürchten ist, wie es z. B. in solchen Fällen eintritt, in denen ein, meist dicker, Zusatzdraht auf die Schweißfuge oder zwischen die zu verschweißenden Bleche gelegt wird. Die Menge des Zusatzdrahtes läßt sich während des Schweißvorganges beliebig einstellen. Zur Verbesserung der Naht wird durch Verbrennung eines an der Kohle in der Nähe des Lichtbogens vorbeigeführten Papierdochtes der Sauerstoff in der Schweißzone teilweise aufgezehrt, so daß sich eine weiche Naht bei glatter Oberfläche ergibt.

Der Vergleich der Schweißleistungen zeigt die doppelte bis dreifache Leistung des Schweißkopfes gegenüber der Handschweißung. Diese Leistung kann bei Verwendung schnellfließender Elektroden noch weiter erhöht werden. Die beim Kohleschweißkopf mögliche Schweißgeschwindigkeit beträgt infolge der Anwendung höherer Energien ein Mehrfaches von der des Drahtschweißkopfes. Aus diesem Grunde sind bei der Kohlelichtbogenschweißung auch die Verziehungen im Werkstück verhältnismäßig klein.

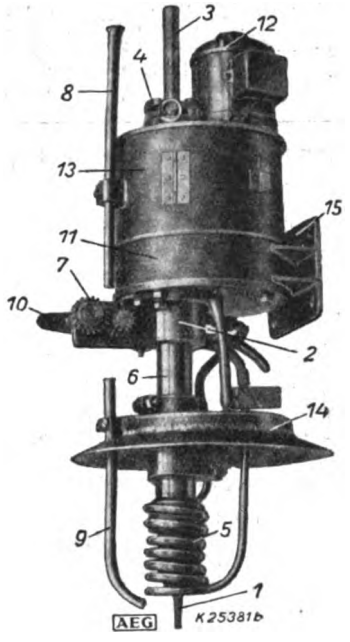


Abb. 2. AEG-Kohleschweißkopf.

Drahtautomaten finden Verwendung im Eisen-, Hoch- und Brückenbau für die Herstellung von Verbindungschweißungen an Profilkonstruktionen, insbesondere bei schwer oder infolge ihrer Größe nicht walzbaren Vollwandträgern. Andere Anwendungsgebiete sind Längs- und Rundnahtschweißungen an Rohren und Kesselschüssen im Behälterbau, Auftragschweißungen an Radreifen oder abgenutzten Stahlgußrädern und Seilscheiben, Führungsflächen an Gleitbalken, Baggerketten u. dgl. Kohleautomaten eignen sich besonders für Kantenschweißungen im Niederdruck-Rohrleitungs- und Behälterbau, z. B. für Luftleitungen, hauptsächlich aber für Bördel- und Stumpfstoßnähte ohne Abschrägung der Blechkanten.

Digitized by Google

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Elektro-Ingenieur

Ende 20, ledig, gut repräsent., Exam. sehr gut, 7 J. Prax. bei Weltfirmen, seit 3 J. im Ausland selbständig, Anlaß-, Schalt-, Steuergeräte und Steuerungen, spez. u. Verwdg. von Gleichrichtern f. Aufzüge u. Transformatorenl. m. nachweisb. Erfolg konstr. entwickelnd, m. gut. Kenntn. d. mech. Teiles u. d. Mot. ds. Anlagen sucht selbst., entwickf. Stellung. Beste Ref. Angeb. unter **E. 3698** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Selbst. El. Kfm. 27 J., mit umfass. berufl. u. allg. Kenntn., sucht arbeitsreichen, gehob. Posten. Beste Zeugn. **F. Burkart, Stuttgart 13, Heubergstr. 19.** [3692]

Chemisch-technische Beratung in allen
Isolierstoffen
Lacke Hartpapier
Schläuche Zündkabel
Dr. Carl Boller, berat. Chemiker
Porz a. Rh.

Größeres Unternehmen der elektrotechnischen Branche sucht für das Ausland
Schweiß-Ingenieur
Nur Bewerber mit gründlichen Kenntnissen der modernen Apparate für Lichtbogenschweißung und der Elektroden, wollen ausführliche Unterlagen mit Bild senden unter **E. 3702** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Kabelwerk
sucht für Leitung des Stark- und Schwachstrom-Laboratoriums
Physiker
mit abgeschl. Universitäts- oder Hochschulstudium und mehrjähriger wissenschaftl. und Betriebs-Praxis auf dem Gebiete der Fernkabel und Höchstspannungskabel sowie des Patentwesens.
Prüffeld-Ingenieur
der auch mit der neuzeitlichen Entwicklung des Fernsprechwesens vertraut ist. Offerten unter **E. 3700** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Von erster elektrotechnischer Spezialfabrik
Ingenieur
mit besten Beziehungen zu Elektrizitätswerken, Überlandzentralen und Elektro-Wiederverkäufern gesucht. Es kommen nur bestens eingeführte Bewerber mit hervorragend guten Beziehungen zu den vorgenannten Abnehmerkreisen in Betracht. Verkaufsgebiet Prov. Sachsen-Anhalt. Ausführl. schriftliche Bewerbung unter Beifügung von Referenzen, Zeugnisabschriften, Lebenslauf und Lichtbild erbeten unter **E. 3678** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Kabelwerk sucht einen
jungen Diplomingenieur
der auf dem Gebiet der Höchstspannungskabel gearbeitet hat und über gute Beziehungen zu Elektrizitätswerken verfügt, für Verkaufs- und Reisetätigkeit sowie für Projektierung von Netzerweiterungen usw.
Ausführl. schriftl. Bewerbungen erbeten unter **E. 3696** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Überlandzentrale mit ausgedehntem Hochspannungsnetz sucht leistungsfähigen
Betriebsingenieur
Bewerber, die nach gründlicher theoretischer Vorbildung über langjährige praktische Erfahrungen verfügen, müssen in der Lage sein, den gesamten Hoch- u. Niederspannungsbetrieb verantwortlich zu leiten und zu überwachen. Gewandtheit zur Verhandlung mit Großabnehmern und Genossenschaften Vorbedingung. Angebote mit Angabe des frühesten Eintrittstermins und der Gehaltsansprüche unter **E. 3695** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Dipl. El. Ing.
Bulgare, 32 Jahre, **sucht Beteiligung** an gutbeschäftigter Fa. m. ca. 15000 M. Interesseneinlage, am liebsten wo später Zweigniederlassung in Bulgarien möglich ist. Ang. unter **J. 883** an **Ala, Dresden-A. 1.** [3697]

Jüngerer
Elektrotechniker
mit abgeschloss. Fachschulbildung f. folgende Arbeitsgebiete gesucht: Aufsuchen u. Beseitigung von Radiostörungen, Beaufsichtigung und Instandhaltung von Schwachstromanlagen, Beaufsichtigung des Zählereichraums, Prüfung elektr. Starkstromanlagen usw. Bewerbungen mit Zeugnisabschriften bis zum 26. Oktober 1933 erbeten an den [3693]
Stadtvorstand Weimar.

Fortsetzung auf Seite 15.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang | Berlin, 26. Oktober 1933 | Heft 43

Selbsttätige Batterie-Ab- und -Zuschaltung durch Kippdrossel bei Trockengleichrichtern.

Von Dipl.-Ing. **Helmut Böhm**, Berlin.

Übersicht. Es wird eine Gleichrichterschaltung für Batterieladung beschrieben, bei welcher Netz und Batterie ständig angeschlossen sind (Pufferschaltung) und der Ladestrom vollkommen selbsttätig ohne jede Kontaktunterbrechung durch Phasenkippen auf der Wechselstromseite ab- und zugeschaltet wird. Der Vorgang wird durch eine Sonderdrossel mit Parallelkondensator, die sog. Kippdrossel, bewirkt. Die ganze Einrichtung enthält keinerlei mechanische Teile und arbeitet in der Weise, daß nach Aufladung der Batterie die Abschaltung erfolgt. Erst bei Beginn der Entladung setzt der Ladestrom wieder ein.

Die vollselbsttätige Aufladung von Batterien z. B. in Pufferstromanlagen durch Umformer oder Gleichrichter erforderte bisher sehr feinfühlige und teuere Geräte, um den Ladestrom so einzuregeln, daß sich Stromlieferung und -verbrauch das Gleichgewicht halten. Einen wesentlichen Fortschritt brachte die sog. selbstregelnde Dauerladung mit Trockengleichrichtern[1]. Hierbei wählt man die Gleichrichterspannung so, daß etwa bei 2,8 V Zellenspannung Spannungsgleichgewicht zwischen Gleichrichter und Batterie eintritt. Infolgedessen geht der Ladestrom bei 2,5 V auf etwa 10 ··· 15 % seines Anfangswertes zurück.

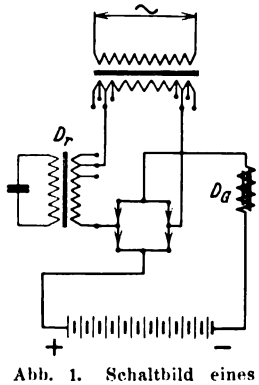
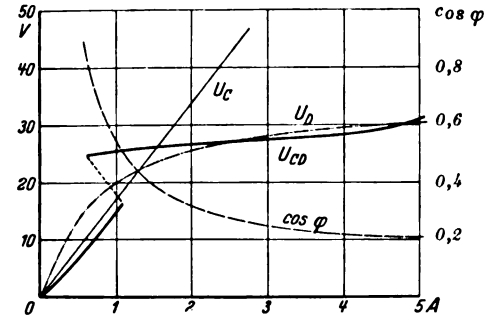


Abb. 1. Schaltbild eines Trockengleichrichters mit Kippdrossel für vollselbsttätige Batterieladung.

Wenn auch bei dieser Art der Batterieladung alle besonderen Schaltkontakte vermieden werden, so ist doch noch eine Reihe betriebstechnischer Nachteile vorhanden. Sehr häufig stört die hohe Spannung der Batterie bei Beginn der Entladung, insbesondere wenn es sich darum handelt, selbsttätige Telephonanlagen zu speisen. Von Nachteil ist ferner der hohe Reststrom von 15 %, der bei geringer Inanspruchnahme der Batterien, insbesondere bei alkalischen, zu einer starken Überladung führen kann. Ferner lassen sich die Trockengleichrichter-Systeme mit Rücksicht auf einen kleinen ohmschen Widerstand nicht voll ausnutzen, so daß vielfach eine doppelt so große Type gewählt werden muß als eigentlich erforderlich.

Es ist daher von der Westinghouse Cooper Hewitt G. m. b. H., Berlin, eine Sonderschaltung mit „Kippdrossel" entwickelt worden, welche die Regelung des Ladestromes wie ein hochempfindliches Relais übernimmt und dabei keinerlei der Abnutzung unterworfene Teile besitzt. Die Schaltung einer solchen Einrichtung geht aus Abb. 1 hervor. Die Regelung des Ladestromes erfolgt im wesentlichen durch eine stark gesättigte Drosselspule Dr mit parallel geschaltetem Kondensator, welche beim Trokkengleichrichter z. B. zweckmäßig zwischen Gleichrichter und Transformator gelegt wird. Zum Verständnis der etwas verwickelten Vorgänge betrachte man die an der Drossel herrschenden Strom- und Spannungsverhältnisse nach Abb. 2.

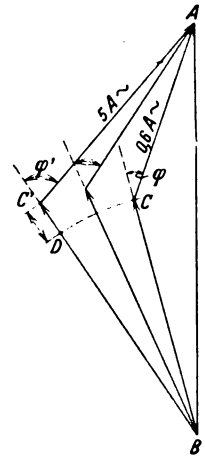
Die Spannungskurve U_D ist der Magnetisierungskurve des Eisenbleches ähnlich und nimmt zunächst rasch und später ganz allmählich zu, während die Spannungskurve U_C des Kondensators eine gerade Linie ist. Am Schnittpunkt beider Kurven herrscht annähernd Resonanz, was besagt, daß sich der Stromkreis in diesem Punkt wie ein ohmscher Widerstand verhält; cos φ ist also gleich 1 und Strom und Spannung sind in Phase. Schaltet man den Kondensator mit der Drossel parallel[2], so ergibt sich die



U_D Spannung ohne parallel geschalteten Kondensator
U_C auf die Primärseite der Kippdrossel umgerechnete Kondensatorspannung ohne parallel geschaltete Drossel
U_{CD} Spannung mit parallel geschaltetem Kondensator
cos φ Phasenverschiebung bei parallel geschaltetem Kondensator

Abb. 2. Wechselspannungskurven an der Kippdrossel.

Spannungskurve U_{CD}, welche über dem ganzen Belastungsbereich verhältnismäßig konstant bleibt. Der cos φ nimmt dagegen mit zunehmender Belastung dauernd ab, da die Belastungsverhältnisse sich immer mehr vom Resonanzpunkt entfernen. Durch geschickte Konstruktionsverhältnisse läßt sich erreichen, daß der Knick der Spannungskurve U_{CD} sehr weit nach links verschoben wird, was für die Ladestromregelung sehr wichtig ist, da hiervon der kleinste Ladestrom abhängt, wie weiter unten ausführlich gesagt wird. In Abb. 3 ist das Vektordiagramm der Wechselstromseite des Gleichrichters gezeigt. Der Punkt C



AB sek. Transformatorspannung
AC Spannung an der Kippdrossel
BC Spannung am Trockengleichrichter
DC' Spannungszunahme am Trockengleichrichter bei Vollast

Abb. 3. Vektordiagramm auf der Wechselstromseite des Trockengleichrichters.

gilt für kleine Belastungen und der Punkt C' für große. Entnimmt man dem Gleichrichter auf der Gleichstromseite z. B. mit einem Regelwiderstand verschiedene Belastungsströme, so verändert der Spannungsvektor AC seine Phasenlage gegenüber AB, da cos φ mit zunehmendem Strom dauernd abnimmt, d. h. die Phasenverschiebung wird größer. Punkt C wandert somit nach C'. Die Transformator-

[1] ETZ 1932, S. 1052.

[2] S. a. Fraenkel, Theorie der Wechselströme, S. 151 Berlin 1930.

Digitized by Google

spannung *AB* ist praktisch konstant. Die am Gleichrichter auf der Wechselstromseite herrschende Spannung wird durch den Vektor *CB* dargestellt. Da nun *C* allmählich nach *C'* wandert, muß die Wechselspannung am Gleichrichter mit zunehmender Belastung zunehmen, womit der innere Spannungsabfall des Gleichrichters zum Teil ausgeglichen wird.

Die Gleichspannungskurve des Gleichrichters zeigt Abb. 4 (ausgezogene Kurve). Es ist ersichtlich, daß die Spannungskurve bei etwa 30 % Vollast ein ausgesprochenes Maximum hat. Die Spannungstoleranzen können dabei kleiner als in Abb. 4 gehalten werden, so daß ein solcher Trockengleichrichter fast konstante Spannung abgibt. Bei Batterieladung würden folgende Verhältnisse eintreten.

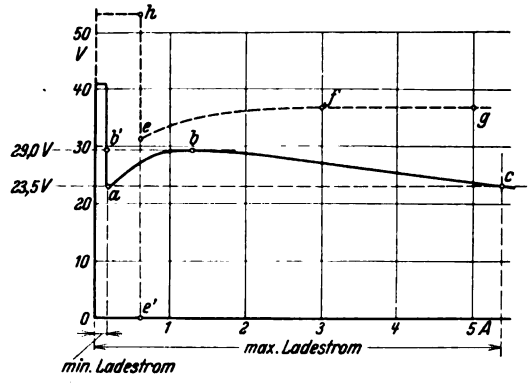


Abb. 4. Spannungskurven am Trockengleichrichter.

Die in Abb. 4 gezeigten Spannungsverhältnisse beziehen sich auf eine 12zellige Bleibatterie: Bei entladener Batterie arbeitet der Gleichrichter mit seinem Höchststrom. Steigt die Zellenspannung allmählich an, so wandert der Belastungspunkt auf der Spannungskurve von *c* nach *b*. Punkt *b* ist etwa bei 29 V (2,4 V/Zelle) erreicht; alsdann fällt der Ladestrom plötzlich auf einen Kleinstwert von etwa 3 % des Vollast-Ladestromes. Für die Batteriespannung von 29 V sind nämlich 2 Ladestromgrößen möglich, in der Kurve die Punkte *b* und *b'*. Es stellt sich hierbei stets der kleinere Ladestrom ein; der Ladestrom geht also ruckweise auf den Kleinstwert zurück.

Fällt jetzt die Batteriespannung infolge Entladung wieder auf den Kleinstwert von rd. 23,5 V, so ist der Punkt *a* erreicht; für diese Spannung sind ebenfalls wieder 2 Ladeströme laut Kurve möglich, und zwar 50 mA und 5 A. Bei dieser Spannung stellt sich stets der größere Ladestrom ein, so daß also bei Herabsinken der Zellenspannung auf rd. 23,5 V der Ladestrom plötzlich auf seinen vollen Wert springt. Die Einschaltung erfolgt wie durch ein Relais.

Die Ab- und Zuschaltung des Ladestromes geht bei dieser Anordnung bei konstanter Netzspannung stets bei denselben Werten vor sich. Da die Spannungskurve sich proportional mit der Netzspannung verändert, verschieben sich diese Ab- und Zuschaltpunkte proportional mit der Netzspannung. Eine Zunahme dieser um 5 % würde bedeuten, daß die Abschaltung bei 30,5 V und die Zuschaltung bei 24,6 V erfolgt.

Da die Netzspannung öffentlicher Elektrizitätswerke erfahrungsgemäß in gewissen Zeiten höher als normal liegt, so erfolgt regelmäßig eine gründliche Durchladung der gepufferten Batterie. Eine zeitweise Überschreitung des Nennstromes durch zu hohe Netzspannung schadet dem Kupferoxydul-Trockengleichrichter nichts, wie eingehende Versuche gezeigt haben. Auch begrenzt die Kippdrossel den maximalen Ladestrom in der Weise, daß eine Zunahme der Netzspannung eine immer geringere Zunahme des Ladestromes nach Überschreiten des Maximalwertes zur Folge hat. Hierin liegt ein gewisser Selbstschutz. Netzspannungschwankungen sind also nicht nachteilig, sondern bringen bezüglich der Batteriepflege einen erheblichen Nutzen.

Ein besonderer Vorteil der Kippdrosselschaltung ist, daß die Zellenspannung der Pufferbatterie innerhalb sehr enger Grenzen gehalten werden kann, was für viele von Pufferbatterien gespeiste Geräte sehr erwünscht ist, die keine Überspannungen vertragen, ohne daß ihr einwandfreies Arbeiten gestört wird. Anfänglich glaubte man nicht mehr als etwa 2,1 ··· 2,2 V/Zelle zulassen zu können, doch hat sich gezeigt, daß bei Ausfall des Wechselstromnetzes die Pufferbatterie dann infolge zu geringer aufgenommener Leistung schon vor Ablauf der vorgeschriebenen Reservezeit erschöpft war. Man geht daher jetzt auf etwa 2,4 ··· 2,5 V/Zelle Pufferhöchstspannung.

Die Arbeitsweise eines Gleichrichters mit Kippdrossel zeigt der an einem Gleichrichter für 5 A, 24 V aufgenommene Registrierstreifen (Abb. 5). Die Dauer der Aufnahme erstreckte sich über 3 Tage; jeden Morgen wurden der Batterie 10 ··· 25 Ah bei einem Strom von 10 A entnommen. Bei einsetzender Entladung erfolgte fast immer sofort die selbsttätige Ladestromzuschaltung. Während der Entladezeit betrug der Ladestrom etwa 75 % des Vollast-Ladestromes, ging aber nach Abschalten der Entladung auf rd. 50 % zurück[3]. Dieser Wert blieb bis in die Abendstunden hinein fast konstant und fiel nach Ergänzung der entnommenen Ah und nach Anstieg der Zellenspannung auf 2,4 ··· 2,5 V fast auf Null. Über Nacht, nach der selbsttätigen Abschaltung, erfolgte dann Weiterladung mit einem Konservierungstrom von nur 60 mA (1 % des höchsten Ladestromes), wobei die Zellenspannung auf 2,2 V fiel.

Am nächsten Morgen steht bei Beginn der Entladung eine vollgeladene Batterie mit annähernd normaler Spannung zur Verfügung, so daß keine Störungen durch zu hohe Batteriespannungen hervorgerufen werden können, wie es bei allen bisher gebräuchlichen Dauerladeeinrichtungen stets der Fall war. Besonders störend wirkte dieser Umstand in selbsttätigen Telephonzentralen, wo ein

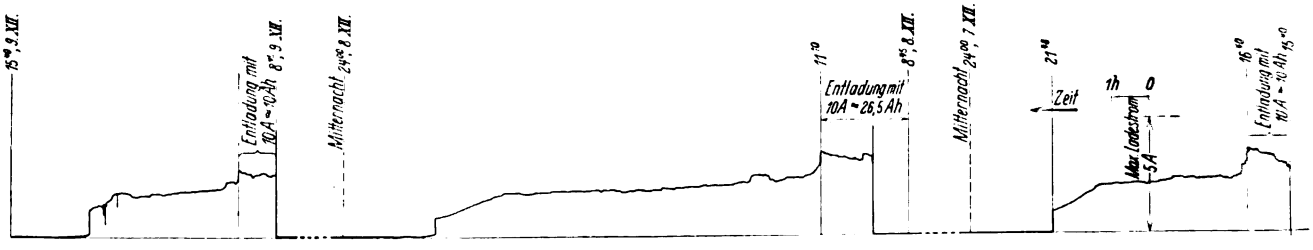


Abb. 5. Registrierstreifen für den Ladestrom eines Trockengleichrichters 5 A, 24 V. Aufnahmedauer 3 Tage. Der Entladestrom ist nur schätzungsweise angegeben.

ordnungsmäßiger Betrieb in den ersten Stunden dieserhalb oft nicht möglich war.

Besonders günstig verhält sich die Ladestromregelung durch Kippdrossel bei alkalischen Batterien. Dem alkalischen Akkumulator fehlt bekanntlich jede Selbstentladung, so daß nach Erreichen des vollen Kapazitätswertes jede Ladung gänzlich aufhören muß. Bei der selbstregelnden Dauerladung, wie oben gekennzeichnet, kann man diese Forderung nicht erfüllen, da etwa ein Reststrom von 15 bis 25 % bleibt, durch welchen infolge Überladung die Kalilauge in kurzer Zeit so stark eingedampft werden kann, daß die Batterien Schaden nehmen. Bei Notbatterien besonders, die im Jahre nur ein- bis zweimal beansprucht und kaum einer Wartung unterzogen werden, ist diese Forderung besonders wichtig. Mit der Kippdrossel wird im Gegensatz hierzu absolut der Nullwert erreicht, so daß keine Wartung der Batterien über lange Zeit erforderlich ist.

Zur Unterdrückung des restlichen Ladestromes (Konservierungstrom) führen folgende Überlegungen. Die auf der Wechselstromseite des Trockengleichrichters herrschende Spannungskurve ist in Abb. 4 gestrichelt eingezeichnet. Sie unterscheidet sich von der ausgezogenen Gleichspannungskurve nur um den inneren Spannungsabfall des Trockengleichrichters und wurde mit einem Widerstand als Belastung auf der Gleichstromseite aufgenommen. Auf dem Kurvenstück *efg* verändert sich die Spannung nur wenig, steigt jedoch plötzlich im Punkte *e* bei Unterschreiten des Minimalstromes *Oe'* an, da die Kippdrossel hier plötzlich ihre Spannung verliert. Durch

[3] Bei neueren Ausführungen liegen diese Werte höher; die Untersuchung erfolgte an einer Erstausführung.

Digitized by Google

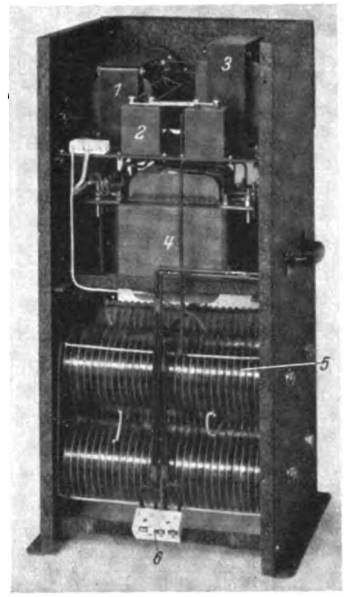
konstruktive Maßnahmen an der Kippdrossel kann man nun erreichen, daß der Minimalstrom gerade so groß wie der Leerlaufstrom (oder auch Rückstrom) des Trockengleichrichters ist. Alsdann bleibt die Spannungserhöhung *eh* vollkommen aus, d. h. die Punkte *a*, *b'* fallen in die Nullinie des Stromes, so daß bei Batterieanschluß kein Ladestrom fließt.

An der Glättungsdrossel D_G (Abb. 1), die bei Batterieladung in der Hauptsache zur Unterdrückung der 3. Oberwelle dient und daher notwendig ist, treten dabei folgende Verhältnisse auf. Bei allmählich zurückgehendem Ladestrom wird infolge geringerer Sättigung der Glättungsdrossel, welche mit möglichst geschlossenem Eisenkern ausgerüstet ist, die Induktivität ansteigen; außerdem verschwindet mehr und mehr die Gleichstrom-Vormagnetisierung, was ebenfalls eine Vergrößerung der Induktivität zur Folge hat. Es findet daher bei ganz kleinen Werten oder auch Zurückgehen des Ladestromes auf Null plötzlich ein Spannungsanstieg statt. In der Glättungsdrossel fließt nunmehr ein reiner Wechselstrom in der Weise, daß während des einen Impulses die Batterie geladen wird, während des anderen aber durch den Rückstrom entladen wird. Durch den Wechselstrom von rd. 1 ··· 2 % des maximalen Ladestromes wird der hohe Spannungsabfall an der Glättungsdrossel aufrecht erhalten.

Zur Unterdrückung des restlichen Ladestromes auf Null wirken also Kippdrossel und Glättungsdrossel zusammen. Der Leerlaufstrom und Rückstrom des Trockengleichrichters dienen dabei auf der Gleich- und Wechselstromseite dazu, die Spannungsabfälle an beiden Drosselspulen aufrecht zu erhalten. Beide fallen zeitlich nicht zusammen, weshalb sie sich wenig stören.

Der Trockengleichrichter mit Kippdrossel eignet sich für die Ladung jeder Art von Batterien, wo eine vollkommen selbsttätige Überwachung des Ladestromes gewünscht wird. Das Reichsbahnzentralamt für Bau- und Betriebstechnik hat Trockengleichrichter mit Kippdrossel geprüft und als brauchbare Lösung für selbsttätige Batterieladung für bestimmte Fälle erkannt. Abb. 6 zeigt ein ausgeführtes Gerät für 5 A, 24 V Gleichstrom. Die vorstehende Schaltung ist eine rein deutsche Erfindung und nur hier in Deutschland entwickelt worden.

Zusatz bei der Korrektur: Zu Abb. 5 sei noch bemerkt, daß dem Verfasser während der Drucklegung ein ähnlicher Ladestrom-Registrierstreifen zugegangen ist, welcher im Umspannwerk Luckenwalde des Märkischen Elektrizitäts-Werkes aufgenommen wurde. Der Gleichrichter mit Kippdrossel dient dort zur vollselbsttätigen Aufladung einer Hilfsbatterie, an welche u. a. auch eine Hochfrequenz-Telephonieanlage angeschlossen ist. Die Untersuchungen wurden hier ausschließlich vom Märkischen Elektrizitäts-Werk ausgeführt.



1 Kippdrossel
2 Kondensatoren
3 Glättungsdrossel.
4 Transformator
5 Gleichrichter

Abb. 6. Trockengleichrichter für 5 A, 24 V Gleichstrom mit Kippdrossel. Ansicht von der geöffneten Rückseite.

Es sei noch erwähnt, daß die Widerstandszunahme infolge der Alterung der Gleichrichtersysteme keinen Einfluß auf die Ab- und Zuschaltspannung hat, da diese nur durch die Kippdrossel bestimmt wird. Lediglich die Höhe des maximalen Ladestromes geht infolge der Systemalterung etwas zurück, kann jedoch durch Umklemmung am Transformator ausgeglichen werden. — Die hier beschriebene Schaltung eignet sich natürlich auch für jede andere Art von Gleichrichtern.

Konstruktiver Übergang zwischen Nebenschluß- und Hauptstrom-Kennlinien bei Gleichstrommaschinen.

Von **Walter Volkers**, Berlin.

Übersicht. Es wird ein einfaches schaubildliches Verfahren beschrieben, das die Gestaltung der Hauptstrom-Kennlinien eines Gleichstrommotors ermöglicht, sofern dessen Nebenschluß-Kennlinien bekannt sind. Falls auch die letztgenannten unbekannt sind, kann hierfür eine Ersatzkonstruktion gewählt werden, bei der die Nebenschluß-Kennlinien als Gerade erscheinen.

Durch die Einführung der Stromrückgewinnung bei Gleichstrombahnen tritt neuerdings häufig an den Konstrukteur von Bahnmotoren die Aufgabe heran, für die gleiche Maschine die Strom-Geschwindigkeits-Kennlinien sowohl bei Hauptstrom- als auch bei Fremderregung aufzustellen. Es gibt nämlich eine Reihe von Schaltungen für Triebfahrzeuge, bei denen die Motorfelder während des Anfahrens und Kurzschlußbremsens durch den Ankerstrom, bei der Nutzbremsung dagegen durch Fremdstrom, beispielsweise aus einem kleinen Umformer oder auch in Nebenschlußschaltung aus dem Netz erregt werden.

Der Übergang von der Nebenschlußkennlinie zur Hauptstromkennlinie eines Motors oder auch umgekehrt kann in einfacher Weise durch eine graphische Konstruktion erfolgen[1], die in der Abb. 1 dargestellt ist. In Riß *III* dieser Abbildung sind die Geraden *A*, *B*, *C* usw. die Kennlinien des in Nebenschlußschaltung oder bei Fremderregung arbeitenden Motors, während die Kurven *L* und *M* seine Hauptstrom-Kennlinien im Motor- bzw. Generatorbetrieb darstellen. Hierbei ist die Ankerdrehzahl als Ordinate in Hundertteilen der Nenndrehzahl und der Ankerstrom in Hundertteilen des Nennstromes aufgetragen.

Bei jeder der Nebenschluß-Kennlinien $A \cdots K$ ist angegeben, für welchen Erregerstrom sie gilt. Beim Übergang von Nebenschluß- zu Hauptstromerregung wird nun der Motor umgewickelt, so daß seine Feldwindungszahl einen Bruchteil der ursprünglichen ausmacht. Als Beispiel sei angenommen, daß der gleiche Fluß bei Hauptstromerregung durch einen Ankerstrom von 100 A erzeugt werde, welcher bei Nebenschlußerregung bei 2 A vorhanden ist. Infolgedessen gelten die bei Nebenschluß aufgenommenen Kennlinien $A \cdots K$ auch für den Hauptstrommotor mit künstlicher Fremderregung, z. B. durch einen Umformer, wenn man die angegebenen Werte des Erregerstromes mit 50 multipliziert. Berücksichtigt man jetzt nur diese mit 50 multiplizierten Werte, so stellen die Schnittpunkte zwischen den bei den gleichen Werten des Ankerstromes gezogenen Senkrechten und den Nebenschluß-Kennlinien Betriebspunkte des Hauptstrommotors dar. Konstruiert man in dieser Weise eine Reihe von Punkten *a*, *b*, *c*, *d* usw. und legt durch diese eine Kurve, so ergibt sich die Kennlinie des Hauptstrommotors. Führt man die gleiche Konstruktion auch für negative Ankerströme durch, so entsteht die zugehörige Kennlinie des Hauptstromgenerators, welche ebenfalls für die eingangs erwähnten Nutzbremsschaltungen Bedeutung besitzt.

Das beschriebene Verfahren besitzt zwei Ungenauigkeiten:

Die Nebenschluß-Kennlinien *A*, *B*, *C* usw. gelten für den umgeänderten Hauptstrommotor nur annähernd, weil mit seinem Anker auch noch die Hauptstrom-Feldwicklung in Reihe geschaltet ist, während beim Nebenschlußbetrieb der Anker unmittelbar am Netz liegt. Es empfiehlt sich daher, die Nebenschluß-Kennlinien von vornherein unter Berücksichtigung des später mit dem Anker in Reihe geschalteten Feldwiderstandes zu zeichnen. Diese Korrektur ist einfach, denn die Schnittpunkte b_0, c_0 usw. der Kennlinien mit der Drehzahlachse bleiben erhalten.

[1] Vgl. a. Grotrian, Die Geometrie der Gleichstrommaschine, Berlin 1917, Verlag Julius Springer.

Digitized by Google

Sämtliche Kennlinien *A*, *B*, *C* usw. schneiden die Abszisse in einem entfernt liegenden Punkt *p*, welcher außerhalb der Zeichenfläche liegt. Durch die Vorschaltung der Feldwicklung rückt dieser Punkt näher an die Ordinate heran, und die Nebenschlußgeraden *A*, *B*, *C* usw. verlaufen steiler.

Sollen diese Geraden unter Berücksichtigung des Widerstandes der Hauptstromwicklung korrigiert oder aber auf Grund der in den Rissen *I* und *II* von Abb. 1 eingetragenen, später noch zu besprechenden Hilfskonstruktion neu aufgestellt werden, so empfiehlt sich das folgende Verfahren, welches den entfernt liegenden Schnittpunkt *p* der Geraden mit der Stromachse vermeidet:

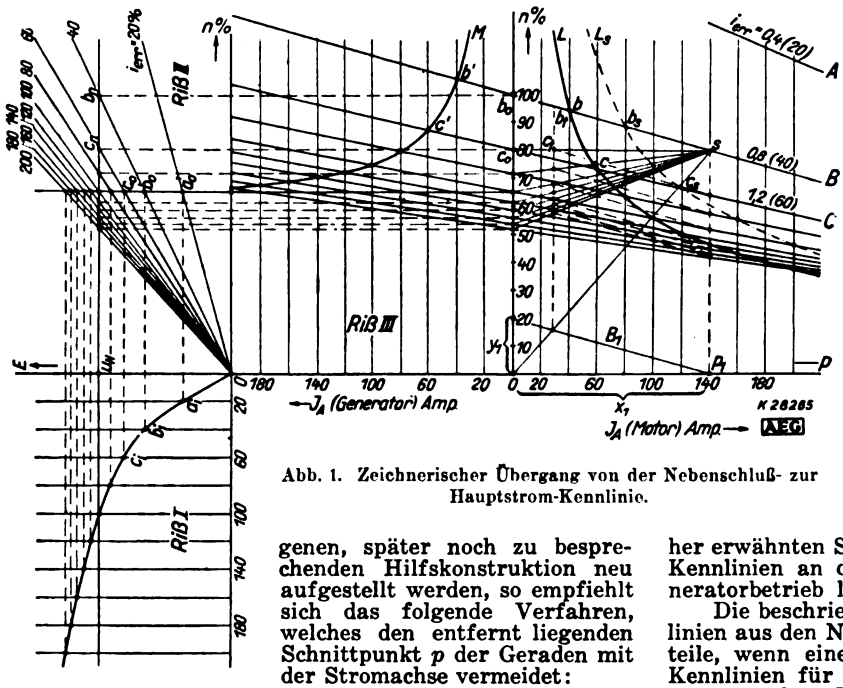


Abb. 1. Zeichnerischer Übergang von der Nebenschluß- zur Hauptstrom-Kennlinie.

Die Neigung der obersten, die Ordinate innerhalb der Zeichenfläche schneidenden Geraden *B* läßt sich durch ihre Achsenabschnitte *y* und *x* ermitteln, von denen der senkrechte *y* entweder bekannt ist oder aus dem noch zu besprechenden Riß *II* abgegriffen werden kann. Der andere Achsenabschnitt *x* läßt sich berechnen als derjenige Strom, welchen der Motor im Stillstand ohne Vorschaltwiderstand am Netz liegend aufnimmt. Da dieser Strom im allgemeinen weit aus der zur Verfügung stehenden Zeichenfläche herausfällt, empfiehlt es sich, beide Abschnitte *x* und *y* maßstäblich, beispielsweise auf den zehnten Teil, zu verkleinern und durch die entstehenden Schnittpunkte eine Gerade B_1 zu legen, welche parallel zu der Nebenschlußkennlinie *B* liegt. Damit kann auch *B* gezeichnet werden.

Wählt man jetzt auf der Kennlinie *B* einen beliebigen Punkt *s*, der beispielsweise auch senkrecht über dem Endpunkt des Achsenabschnittes x_1 liegen kann, so läßt sich von ihm aus ein Strahlenbüschel zu den einzelnen Schnittpunkten a_0, b_0, c_0 usw. der Kennlinien auf der Ordinate ziehen. Außerdem ist der Nullpunkt des Achsenkreuzes mit dem Scheitel *s* des Strahlenbüschels zu verbinden und in dem hierbei entstehenden Schnittpunkt *t* mit der Linie B_1 eine Senkrechte zu errichten, welche die übrigen Strahlen des Büschels in den Punkten b_t, c_t usw. schneidet. Zieht man durch diese die Parallelen zu dem obersten Strahl *B*, so liefern diese durch ihren Schnitt mit der durch *s* gezogenen Senkrechten eine Reihe weiterer Punkte s_c, s_d usw., welche mit den auf der Ordinate liegenden Punkten c_0, d_0 usw. zu verbinden sind und damit die verlangten Nebenschluß-Kennlinien ergeben.

Die zweite Ungenauigkeit der beschriebenen Konstruktion liegt darin, daß infolge der Ankerrückwirkung die Nebenschluß-Kennlinien niemals vollkommen als Gerade erscheinen, sondern hiervon in einer Weise abweichen, die in Abb. 2 skizziert ist. Es zeigt sich, daß der Konstruktionsfehler der Hauptstrom-Kennlinie in ihrem ganzen Verlauf nicht groß sein kann, weil die Nebenschluß-Kennlinien von den als Ersatz genommenen Geraden gerade an denjenigen Stellen, wo sie die Hauptstrom-Kennlinie schneiden, am wenigsten abweichen. In ihrem oberen Teil bewegt sich die Hauptstrom-Kennlinie in größerer Nähe der Ordinate, wo die Abweichung an sich klein ist, und in ihrem unteren Teil ist der Unterschied zwischen den Geraden und den wirklichen Nebenschluß-Kennlinien gering, weil der Motor mit großer Sättigung der Hauptpole und entsprechend stabilem Feld arbeitet.

Die in Riß *III* von Abb. 1 dargestellte Konstruktion läßt sich noch ergänzen für den Fall, daß bei einem Motor, dessen Hauptstrom- und Nebenschluß-Kennlinien gezeichnet werden sollen, lediglich die Leerlauf-Kennlinie für eine bestimmte Drehzahl, z. B. 65 % der Nenndrehzahl, bekannt ist. Projiziert man die einzelnen Punkte a_i, b_i usw. dieser Kurve, welche den verschiedenen Erregerströmen zugeordnet sind, parallel zur Achse i_{err} (Erregerstrom) in den nebenstehenden Riß *II*, welcher ebenfalls die vom Anker erzeugte EMK als Ordinate, dagegen die Drehzahl als Abszisse enthält, so ergibt sich eine Reihe von Schnittpunkten a_0, b_0 usw., welche auf einer bei der Versuchsdrehzahl $n = 65$ % gezogenen Parallelen zur *E*-Achse liegen. Durch diese Punkte und den Ursprung ist dann eine Reihe von Geraden zu ziehen, welche die induzierte EMK in Abhängigkeit der Drehzahl angeben. Der Scharparameter ist in diesem Fall der Erregerstrom.

Der Übergang von Riß *II* auf Riß *III* erfolgt durch Eintragen der Netzspannung U_N im Maßstab der EMK, welche als Parallele zur *n*-Achse erscheint und eine Reihe weiterer Schnittpunkte a_n b_n usw. liefert, die dann auf die *n*-Achse des Risses *III* zu projizieren sind und die bereits vorher erwähnten Schnittpunkte a_0, b_0 usw. der Nebenschluß-Kennlinien an der Übergangstelle vom Motor- zum Generatorbetrieb liefern.

Die beschriebene Konstruktion der Hauptstrom-Kennlinien aus den Nebenschluß-Kennlinien hat besondere Vorteile, wenn eine große Zahl von weiteren Hauptstrom-Kennlinien für verschiedene Feldschwächungsgrade verlangt werden. In Riß *III* von Abb. 1 ist nur eine einzige dieser Kennlinien für 50 % Feldschwächung eingezeichnet und mit *Ls* bezeichnet. Bei ihr ist beispielsweise der Punkt b_s als Schnittpunkt der Senkrechten im Punkte $I_A = 80$ % und $i_{err} = 40$ % gewonnen, weil bei 50 % Feldschwächung der Feldstrom gleich dem halben Ankerstrom ist. Für andere Feldschwächungen, welche keine runden Werte darstellen, ist es zweckmäßig, den Erregerstrom als runde Zahl beizubehalten und aus ihm den zugehörigen Ankerstrom zu errechnen, weil in diesem Fall leicht Zwischenwerte des Ankerstromes auf die Nebenschluß-Kennlinien projiziert werden können.

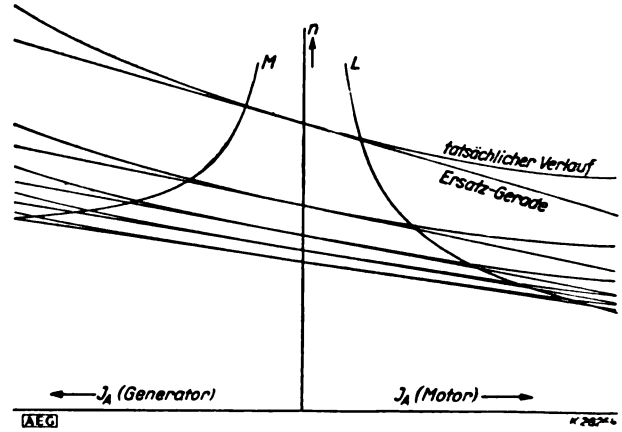


Abb. 2. Abweichung der Nebenschluß-Kennlinien vom theoretischen Verlauf.

Sofern der tatsächliche Verlauf der Nebenschluß-Kennlinien des Motors bekannt ist, kann selbstverständlich auch für diese anstatt der Geraden *A*, *B*, *C* usw. die beschriebene Konstruktion der Feldschwächungs-Kennlinien bei Hauptstromerregung durchgeführt werden. Im allgemeinen wird diese weniger Arbeitsaufwand erfordern als eine punktweise Berechnung der Feldschwächungskurven[2].

[2] Vgl. z. B. Sveinzen, Elektr. Kraftbetr. Bahn. 1918, II. 12, S. 97.

Digitized by Google

Das Mallnitzwerk.

Von Ministerialrat Dr. Artur Hruschka, Wien.

Übersicht. Das östlichste und zuletzt (1929) fertiggestellte von den 5 Kraftwerken[1], welche die elektrisch betriebenen Linien der Österreichischen Bundesbahnen westlich von Salzburg speisen, das Mallnitzwerk, wird kurz beschrieben. Es ist ein Hochdrucklaufwerk mit 326 m Rohgefälle, für die spätere Speisung der Tauernbahn bestimmt, vorläufig nur auf 10 000 PS ausgebaut.

Unmittelbar unterhalb der Tauernbahnstation Obervellach (südlich des Tauerntunnels) liegt das von den Österreichischen Bundesbahnen erbaute, im Jahre 1929 eröffnete Mallnitzwerk, das später hauptsächlich die elektrisch zu betreibende Tauernbahn speisen soll, zur Zeit aber, nur teilweise ausgebaut, in das 455 km lange Übertragungsnetz (Gesamtlänge der elektrisierten Linien westlich von Salzburg 683 km) mit 55 kV hineinspeist, das über das Stubach-, Achensee- und Ruetzwerk zum Spullerseewerk (alle fünf im dauernden Parallelbetrieb) führt. Es ist ein südlich der Zentralalpen gelegenes Hochdrucklaufwerk, auf dessen Grundleistung sich die vom Stubach- und vom Achenseewerk (beide am Nordabhang der Zentralalpen gelegen) gelieferte Spitzen- und Speicherenergie aufbaut, wodurch der zeitweise stark verminderte Winterwasserzulauf des Mallnitzwerkes fast ganz ausgeglichen wird. Es kann im Regeljahr 60 (zur Zeit 42) Mill kWh, im Trockenjahr noch immer 52 Mill kWh abgeben. Durch

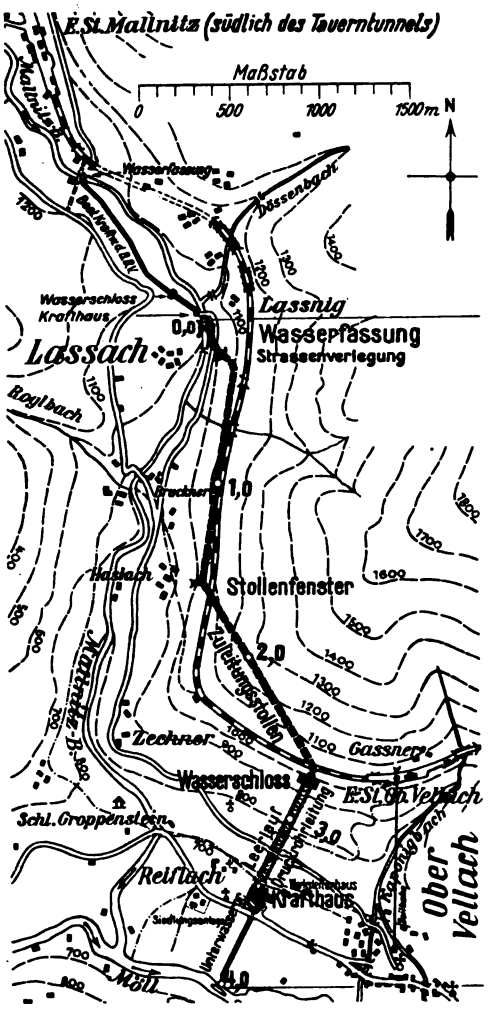


Abb. 1. Lageplan.

Anlage eines Sommerschwallspeichers im benachbarten Stappitzersee mittels eines Erddamms kann diese Arbeitsmenge noch gesteigert werden. Das Mallnitzwerk speist mittels einer im 8½ km langen Tauerntunnel gekabelten 55 kV-Übertragungsleitung im Unterwerk Schwarzach-St. Veit in die Westbahnlinie hinein. Wie die Abb. 1 und 2 erkennen lassen, wird das Wasser des vom Ankogel und der Hochalm (3355 m) gespeisten, südwärts bis zur Möll fließenden Mallnitzbaches durch ein festes Wehr abgenommen und durch eine Entsandungsanlage, System Büchi, in einen kurzen Kanal und dann in einen 2570 m langen Hauptstollen für 5 m³/s mit Fensterstollen geleitet, der 60 m unterhalb der Station Obervellach in ein unterirdisches Wasserschloß von 3800 m³ mündet. (Die Wasserfassung liegt unmittelbar hinter dem Unterwasserkanal des schon seit der Zeit des Tunnelbaues bestehenden, zur Speisung der maschinellen Lüftung des Tauern- und des Dössentunnels dienenden bahneigenen Kraftwerkes bei Lassach.) Das sechsfach statisch unbestimmte, mit mächtigen Strebepfeilern ausgestattete Eisenbetonbauwerk des Wasserschlosses ist baulich sehr interessant; es mußte trotz beim Bau aufgetretener Nachgiebigkeit des im Rutschgelände liegenden Tauernbahnhanges standfest eingebaut werden. Über Bodentrichter und Korbrechen strömt das Wasser in die 2 Rohrleitungen, von denen zur Zeit nur eine gelegt ist. Ihr sind in einer Apparatenkammer eine Handdrosselklappe und eine selbsttätige Rohrbruchklappe vorgelagert. Das überschüssige Wasser entweicht über einen vierarmigen Saugheber in das 770 m

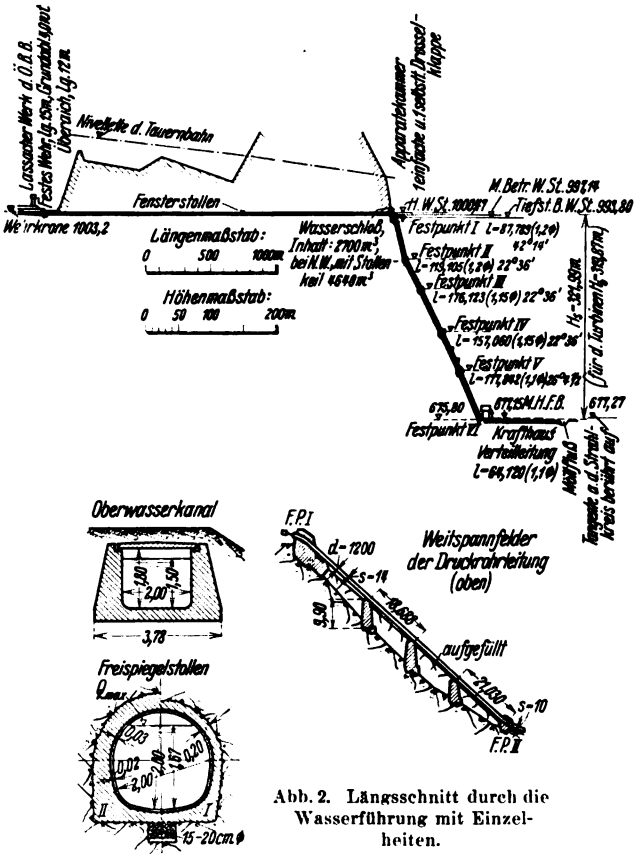


Abb. 2. Längsschnitt durch die Wasserführung mit Einzelheiten.

lange freie Leerlaufgerinne mit anschließendem Tosbecken und einer Kaskadengruppe zur Umsetzung der Wasserenergie. Hier zeigt sich, daß in solchen Gerinnen das Wasser die Geschwindigkeit von etwa 20 m/s nirgends überschreitet, weil es in Wirklichkeit ein zu ¾ aus Luft bestehendes Wasser-Luft-Gemisch ist, das entsprechende Reibung hervorruft. Der 420 m lange Unterwasserkanal mündet in die von Heiligenblut kommende Möll, einen Nebenfluß der Drau.

[1] Vgl. ETZ 1929, S. 824, 1059, 1215; 1930, S. 169, 1422; 1932, S. 796; 1933, S. 929.

Digitized by Google

Die selbsttätige Drosselklappe Bauart J. M. Voith hat eine der Firma geschützte Hebeleinrichtung, durch welche man während des Betriebes, ohne diesen stillzulegen, die für Auslösung bei übermäßiger Wassergeschwindigkeit dienende Schließvorrichtung von Hand aus erproben kann; es wird dabei die Klappe, nachdem sie sich um etwa 20 ° gedreht hat, selbsttätig stillgesetzt. Die 799 m lange Steilrohrleitung hat 6 Festpunkte und am oberen Ende jeder Teilstrecke eine Stopfbüchse für Längendehnung. Der obere Teil (von der Lokomotivfabrik Krauss & Comp., Linz) ist genietet, der untere (von der Witkowitzer Bergbau- und Hüttengewerkschaft, Mährisch-Ostrau) ist wassergasgeschweißt, der lichte Durchmesser beträgt 1200, 1150 und 1100 m. Der oberste, sehr steile Abschnitt mit 42 ° Neigung erhielt, da er stark hohl liegt und die Pfeiler tief fundiert werden mußten, Weitspannfelder bis zu 21 m freier Stützlänge. Die wassergasgeschweißte Verteilleitung speist derzeit 2 Turbinen derart, daß sich der am Anfang verankerte Strang in der Längsrichtung frei bewegen kann, wobei die Turbinenrohre von Temperaturspannungen entlastet sind, indem sie an fest verankerte, den Verteilstrang umgreifende Doppelstopfbüchsen, Patent des Schweißrohrverbandes, angeschlossen sind[2] (diese Bauart wurde zuerst beim Spullersee- und auch im Stubachwerk I mit Erfolg verwendet).

Abb. 3 zeigt rechts oben das Wasserschloß und die Rohrleitung mit Leerlauf. Das mit einem T-Grundriß ausgelegte Krafthaus ist unter schwierigen Verhältnissen zum Teil auf lehmigem Schwimmsand mittels zahlreicher schwebender Betonpfeiler System Leidl-Konrad tief fundiert. Die Abbildung zeigt links das Maschinenhaus mit vorgebauter Werkstätte, rechts die Schalthalle mit Freiluftumspannern, dazwischen das Befehlshaus mit der Warte.

Im Maschinensaal sind aufgestellt: 2 Bahnmaschinensätze mit Peltonrädern von 5000 PS für 311 m Nutzgefälle und 500 U/min, starr gekuppelt mit je einem Wechselstromgenerator, ferner ein Wechselstrom-Gleichstrom-Umformer und eine Hilfsturbine mit Gleichstromgenerator, je 90 kW für den Eigenbedarf. Die dreilagerigen Hauptsätze sind parallel zur Maschinenhausachse gestellt. Die Peltonräder Bauart Voith mit Doppelregler gleichen den Turbinen der anderen Bundesbahn-Kraftwerke, einschließlich der Sicherungen, durch welche beim Durchgehen oder Ausbleiben des Öldrucks im Regler sowie beim selbsttätigen Lösen des Ölschalters die Turbine durch den Strahlabdrücker innerhalb von ½ s von der Wasserzufuhr abgesperrt wird. Die Laufräder haben geschliffene Stahlguß-Einzelschaufeln (Mehrfachschaufeln wurden vermieden, um die gefährlichen Warmrisse zu bannen), die mit kegelförmigen Bolzen in die Nabe eingesetzt sind. Zur Vermeidung übermäßiger Drucksteigerungen wird die Öffnungsgeschwindigkeit der Düse von der Leerlaufstellung weg stark verlangsamt. Eine Gegendüse gestattet schnelles Stillsetzen des Rades. Zum raschen Parallelschalten auch bei stark schwankender Frequenz (Schwankungen um 6 ··· 7 % treten oft auf) kann man die Nadelregelung auf Handbetrieb stellen (die selbsttätige Regelung würde zu langsam nachfolgen), während die Regelung des dann absichtlich etwas in den Strahl einschneidenden Strahlabdrückers selbsttätig erfolgt.

Die Generatoren sind für eine Dauerleistung von 4800 (3300) kVA bei $\cos\varphi = 0{,}65$ (0,0) oder ein Belastungspiel von 3000 kVA Grundleistung mit 6-Minuten-Spitzen von 7500 kVA bei $\cos\varphi = 0{,}8$, bei 6000 V und 16⅔ Per/s bei 500 U/min gebaut. Sie sind gekapselt und enthalten innerhalb des Ständers ein Schwungrad, haben vierteiligen Ständer (wegen des Bergtransportes) und eingebaute Haupterreger mit Hilfserreger. Die in halbgeschlossenen Nuten liegende Stabwicklung hat besonders kurzschlußsicher gebaute Wickelköpfe. Der Läufer ist aus einem Stück mit der Welle und trägt 4 Pole mit Hammerköpfen und blanken Rippenspulen. Gewicht eines Generators 99 t. Die Warmluft kann durch Klappen zur Heizung des Maschinenhauses, der Schalthalle und der Oberlichter der Warte (gegen Schneeablagerung) verwendet werden. Zu jedem Generator gehört ein Umspanner gleicher Leistung für 6000/58 350 V in Kernbauart, mit glattem Wellblechkasten in Freiluftausführung. Die Wicklung ist bikonzentrisch (eine Oberspannungs-Röhrenwicklung zwischen 2 Unterspannungszylindern liegend), die Kurzschlußspannung beträgt 5,6 %. Jeder Umspanner wiegt 30 t. Innerhalb der Schalthalle stehen die Ölrückkühlpumpen mit Zimmermann-Röhrenkühlern mit Doppeldichtung, die zwar den Austritt von Öl oder Wasser bei Undichtheiten gestattet, deren Vermischung aber sicher verhindert.

Die Wirkungsgrade von Turbine, Generator und Umspanner erreichen bei $\cos\varphi = 1$ Höchstwerte von 86,2 bzw. 94,2 und 98,4, jene des ganzen Satzes samt Umspanner bei 2400 kVA am Generator 79,5 %.

Der Eigenbedarf wird durch Gleichstrom, Wechselstrom (für Heizung) und Drehstrom aus dem Lassachwerk, bei 220 V, gedeckt. Das Kühlwasser fließt über einen im Abhang eingebauten unterirdischen Behälter von 70 m³ Inhalt.

Die Schaltanlage zeigt Doppelsammelschienen (für die Generatoren und für die Leitung), zwischen denen ein Werkschalter in Brücke liegt; bei Überstrom wird das ganze Werk durch ihn allein abgeschaltet und mit ihm wird wieder synchronisiert, ohne daß die Generatoren untereinander außer Tritt fallen. Die Nullpunkte der Umspanner sind (wie im ganzen Bundesbahnnetz) dauernd widerstandslos über ein Erdschlußrelais mit Stromwandler geerdet, welch letzteres bei einem Erdkurzschluß die Abschaltung auch dann sicherstellt, wenn etwa infolge großer Impedanz der Kurzschlußbahn die auf kürzere Zeit eingestellten normalen Überstromrelais nicht mehr öffnen sollten. Die Hauptölschalter sind ferngesteuerte Zweikesselschalter für 400 MVA. Die 6 kV-Hilfschiene dient nur zum Anschluß der Eigenbedarfsanlage oder des Belastungswiderstandes an einen Generator.

Abb. 3. Ansicht des Krafthauses von Süden mit Druckrohrleitung und Wasserschloß.

Zur Spannungsregelung dient ein Tirrillregler in Sonderschaltung. Jeder selbsterregte Haupterreger enthält im Feld eine vom Hilfserreger gespeiste Zusatzwicklung zu dem Zweck, den stabilen Arbeitsbereich des Haupterregers auf das geforderte Verhältnis 1 : 6 zu vergrößern. Die Kompoundierungspule des Tirrillreglers gleicht auch selbsttätig den inneren Spannungsabfall des Umspanners aus. Ein Stromregler begrenzt die Generatorströme auf einstellbare Höchstwerte und schaltet erst nach 60 s ab, um dem Wärter Zeit zur Herabsetzung der Last zu geben. (Bei ausnahmsweise kapazitiver Belastung muß der Stromregler sogleich von Hand abgeschaltet werden, weil er sonst im falschen Sinne, nämlich stromvergrößernd, wirken würde.) Ein Feldschwächungs-Selbstschalter setzt beim plötzlichen Abschalten großer Lasten die Erregung herab, um die Spannungsteigerung infolge Wegfalls der Ankerrückwirkung zu verhindern.

Generator und Umspanner haben die üblichen Schutzvorrichtungen (Differentialschutz, Buchholzschutz, UMZ-Relais, Fliehkraftkontakte für Durchgehen). Bei den Umspannern wird wegen des geerdeten Nullpunktes in der Differentialschutzeinrichtung die Summe der Sekundärströme mit dem Primärstrom einer Phase verglichen, um ein Arbeiten bei Erdschluß zu vermeiden. Die Schaltanlage ist in einer offenen Schalthalle vereint, getrennt davon die Warte angeordnet; ein dauerhafter Belastungswiderstand, eine Werkstätte und Ölküche und ein Umspanner-Rollwagen mit Handbetrieb vervollständigen die Anlage. Beim Bau wurde ein dreischieniger Schrägaufzug von Pohlig mit 2 besonderen Plattformwagen benutzt; auf diesen saßen die Muldenkipper wegen der stark wechselnden Neigung der Bahn auf einer Wiege, die mittels Bogenführungen auf Rollen ruhte und es gestattete, daß

[2] ETZ 1933, S. 929.

Digitized by Google

diese Kipper sich stets in die waagerechte Lage von selbst einschaukeln.

Der gesamte elektrische Teil des Werkes stammt von der AEG-Union Elektrizitäts-Gesellschaft, Wien. Das mit Ausnahme der geschweißten Rohrleitung ausschließlich von österreichischen Firmen hergestellte Mallnitzwerk wurde nach einer infolge Kreditmangels wiederholt empfindlich unterbrochenen Bauzeit von mehreren Jahren im Juli 1929 in Dauerbetrieb gesetzt[1].

[1] Eingehende Beschreibung des Werkes vom Verfasser in Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50 und in Wasserkr. und Wasserwirtsch. Bd. 28; siehe auch ETZ 1929, S. 824, 1059, 1215.

Selbsttätiger Schwundausgleich im Rundfunkempfänger.

Übersicht. Durch Einführung des Mu-Rohres nach Ballantine in den Empfängerbau ist ein selbsttätiger Schwundausgleich ohne die bisherige Gefahr von Kreuzmodulation und Verzerrung möglich geworden. Im folgenden werden die grundsätzlichen Möglichkeiten der Steilheitsregelung eines Verstärkers und der selbsttätigen Steuerung dieser Regelung durch die dem Schwund unterworfene Empfangsspannung zusammengestellt und an Hand von Grundschaltungen ausgeführter Geräte erläutert.

I. Die grundsätzlichen Möglichkeiten.

Die durch Schwund (Fading) verursachten Schwankungen der Empfangslautstärke können durch Regelung der Verstärkungsziffer des Empfängers derart ausgeglichen werden, daß bei abnehmender Empfangsenergie die Empfindlichkeit des Empfängers erhöht wird. Hierzu ist die Möglichkeit dadurch gegeben, daß sich die Steilheit von Hochfrequenz-Verstärkerröhren verändern läßt.

Abb. 1 zeigt den „unteren Knick" der Kennlinie einer Verstärkerröhre. Je negativer die Vorspannung U_g des Gitters gemacht wird, um so kleiner wird der Anodenstrom i_a, um so kleiner aber auch die „Steilheit", die für die Verstärkung des Rohres maßgebend ist. Bei einer Vorspannung von der Größe U_{g_1} in Abb. 1 wird die Hochfrequenzspannung E_h 5mal besser verstärkt als bei der negativeren Gittervorspannung U_{g_2}. Wird die Gittervorspannung noch negativer gemacht (U_{g_3}), so fließt in der Röhre überhaupt kein Anodenstrom mehr, die Verstärkung ist vollkommen auf Null „herabgedrosselt", solange keine Spannungsübertragung über die Gitter-Anoden-Kapazität des Rohres stattfindet. Durch Verschiebung der Gittervorspannung ins Negative kann man also die Verstärkung einer Elektronenröhre vom größten Wert bis vollkommen auf Null herabregeln, d. h. bei einem Empfänger mit Schwundausgleich muß also die Gittervorspannung der Hochfrequenz-Verstärkerröhre sich selbsttätig an die Empfangsenergie des aufgenommenen Senders anpassen, sie muß also einen positiveren Wert (U_{g_1}) besitzen, wenn Schwinden auftritt oder ein schwacher Sender empfangen wird, und umgekehrt.

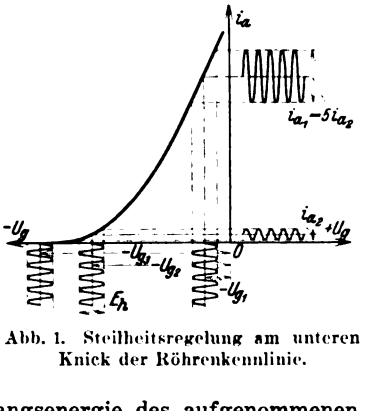


Abb. 1. Steilheitsregelung am unteren Knick der Röhrenkennlinie.

Ganz entsprechend kann man bei Röhren mit Sättigung auch die veränderliche Steilheit am „oberen Knick" der Röhrenkennlinie zur Verstärkungsregelung heranziehen (Abb. 2), nur muß man beachten, daß bei Verschiebung der Gittervorspannung ins Negative die Steilheit größer wird. Um die Verstärkungsziffer herabzumindern, muß man die Gittervorspannung im umgekehrten Sinn ändern.

Ein anderes Regelverfahren, das ebenfalls die veränderliche Steilheit am oberen Knick eines Verstärkerrohres mit Sättigung ausnutzt, zeigt Abb. 3. Ändert man die Heizung einer Verstärkerröhre, so tritt bei immer kleineren Anodenstromwerten die Sättigung ein; die Steilheit am Arbeitspunkt, der gegeben ist durch die feste Gittervorspannung U_g, nimmt also von ihrem größten Wert bei starker Heizung (Kurve *a*) bis auf Null ab (Kurve *b*), wenn das Rohr ausgesprochene Sättigung zeigt. Dieses Regelverfahren wurde vor allem in den ersten Jahren des Rundfunks häufig zur Handregelung der Lautstärke benutzt, als die Empfänger noch mit regelbaren Heizwiderständen ausgeführt wurden.

Ein Nachteil aller Steilheitsregelungen ist der Zwang, auf dem gekrümmten Teil der Kennlinie zu arbeiten. Zwar treten hier, da ja die Regelung im Hochfrequenzteil erfolgt, keine merklichen Verzerrungen von Sprache und Musik auf, die Krümmung gibt aber Anlaß zur Kreuzmodulation wellen-benachbarter Sender. Erfolgt diese

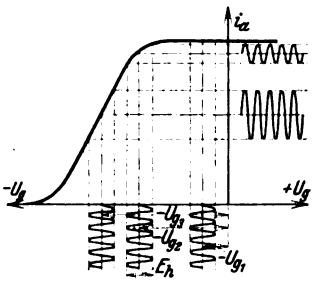


Abb. 2. Steilheitsregelung am oberen Knick der Röhrenkennlinie durch Änderung der Gittervorspannung.

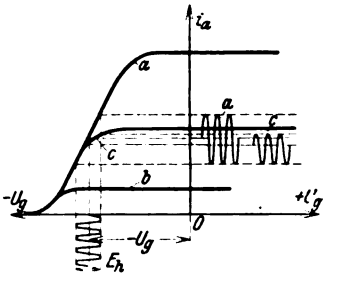


Abb. 3. Steilheitsregelung am oberen Knick der Röhrenkennlinie durch Änderung der Heizung.

Kreuzmodulation in der ersten Hochfrequenzstufe, so können alle nachfolgenden Abstimmkreise des Empfängers wirkungslos gemacht werden, so daß die Trennschärfe des Gerätes stark beeinträchtigt wird. Man ist aus diesem Grund dazu übergegangen, ein von dem Amerikaner Ballantine[1] vor nicht allzu langer Zeit angegebenes Rohr,

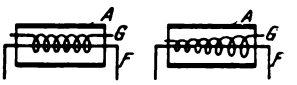


Abb. 4. Anordnung des Gitters bei einem normalen Verstärkerrohr und beim Mu-Rohr.

das sog. Mu-Rohr, in die Rundfunktechnik einzuführen. Durch ein konisch um den Heizfaden angeordnetes Gitter im Gegensatz zu den normalen Verstärkerröhren, bei denen das Gitter zylindrisch gewickelt ist (Abb. 4), wird erreicht, daß die Krümmung der Kennlinie viel geringer wird (Abb. 5), so daß eine Kreuzmodulation nicht mehr störend auftreten kann. Allerdings erfordert der für die Steilheitsänderungen benötigte Bereich der Gittervorspannung größere Spannungsänderungen, ein Nachteil, der vor allem beim selbsttätigen Schwundausgleich bemerkbar wird, da hier normalerweise ohne besonderen Aufwand nur kleinere Regelspannungen zur Verfügung stehen.

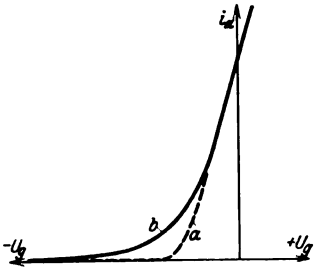


Abb. 5. Kennlinie eines normalen Verstärkerrohrs (*a*) und eines Mu-Rohrs (*b*).

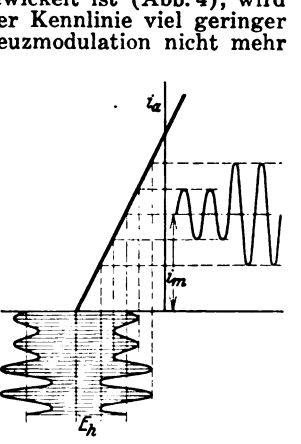


Abb. 6. Anodengleichrichtung einer modulierten Hochfrequenzspannung.

[1] St. Ballantine u. H. A. Snow, Proc. Inst. Radio-Engr. Bd. 18, S. 2102 (1930).

Digitized by Google

Nachdem wir so erkannt haben, daß die Steilheitsregelung der Hochfrequenz-Verstärkerröhren derjenige Teil des Rundfunkempfängers ist, der in Schwundausgleich-Schaltungen gesteuert werden muß, wenden wir uns dem Gliede zu, das die Steuerung übernehmen soll, der Gleichrichtung. Die von der Antenne aufgenommene hochfrequente Wechselspannung, deren Größe wegen des Schwundes Schwankungen unterworfen ist, soll zur Steuerung der Gittervorspannung oder Heizspannung herangezogen werden. Bei den beiden Spannungen handelt es sich aber um Gleichspannungen, weshalb die steuernde Hochfrequenz-Wechselspannung gleichgerichtet werden muß. Da nun der Empfänger schon eine Gleichrichterröhre zum Gleichrichten der Hochfrequenz besitzt, kann man dieser die Aufgabe der Steuerung übertragen, obwohl es grundsätzlich auch möglich wäre, eine besondere Gleichrichterröhre zum Steuern einzubauen.

Die Gleichrichtung der Hochfrequenz erfolgt heute praktisch stets am unteren Knick der Anodenstrom-Kennlinie (Anodengleichrichtung) oder der Gitterstrom-Kennlinie (Audion). Abb. 6 zeigt schematisch die Vorgänge bei der Anodengleichrichtung, wobei die Röhrenkennlinie in erster Annäherung geradlinig dargestellt ist. Die entsprechende Schaltung gibt Abb. 7. Die Gittervorspannung

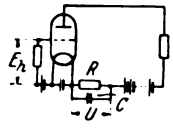


Abb. 7. Grundschaltung eines Anodengleichrichters.

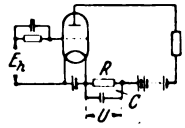


Abb. 8. Grundschaltung eines Audions.

muß so negativ sein, daß eben kein Anodenstrom mehr fließt. Führt man dem Gitter jetzt wie in Abb. 6 eine Hochfrequenzspannung zu, die mit hörbaren Sprach- oder Musikschwingungen moduliert ist, so hat nur die eine Halbwelle einen Anodenstrom zur Folge, und es fließt ein Anodengleichstrom, der im Takt der Modulation schwankt. An dem Widerstand R, der in den Anodenkreis eingeschaltet ist, treten Spannungschwankungen U auf, die den Schwankungen des Anodengleichstromes entsprechen. Würde man diese Spannungschwankungen U ohne weiteres zur Steuerung der Geräteempfindlichkeit heranziehen, so würde man nicht nur die Schwunderscheinungen, sondern auch die hörbaren niederfrequenten Schwingungen, mit denen der Sender moduliert ist, ausgleichen und im Lautsprecher praktisch keinen Empfang mehr wahrnehmen. Man muß deshalb parallel zu dem Widerstand R einen Kondensator C legen (Abb. 7), dessen Kapazität so bemessen sein muß, daß alle Schwankungen, die mehr als 30 in der Sekunde betragen, also die hörbaren Schwingungen der Musik und Sprache, kurzgeschlossen werden, nicht aber Schwankungen, die in langsameren Zeiträumen als 1 s aufeinanderfolgen, wie sie die Schwunderscheinungen darstellen. Wenn aber praktisch gesehen die tonfrequenten Spannungen durch den Kondensator C kurzgeschlossen werden, dann treten am Widerstand R nur Spannungsschwankungen U auf, die dem Schwund entsprechen, bzw. es stellt sich eine konstante Spannung U ein, die nur abhängig ist von der Antennenspannung des empfangenen fernen Senders. Diese Spannung U ist also unabhängig von den Lautstärkeschwankungen der Musik und Sprache, die man mit Dynamik bezeichnet, und unabhängig davon, wie stark der empfangene Sender mit Musik und Sprache ausgesteuert wird, also unabhängig vom Modulationsgrad des Senders. Erwähnt sei noch, daß in der Praxis die oben gemachte Annahme einer geradlinigen Röhrenkennlinie nicht erreicht wird. Dann treten auch geringe Abhängigkeiten vom Modulationsgrad auf, die aber noch so klein sind, daß sie hier vernachlässigt werden können.

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse beim Audion (Abb. 8). Hier tritt die Gleichrichtung im Anlaufgebiet des Gitterstromes auf. Eine kleinerwerdende Hochfrequenzspannung hat einen kleineren Spannungsabfall über den Gitterwiderstand R_g zur Folge, das Gitter erhält kleinere negative Vorspannung, was ein Ansteigen des Anodenstromes zur Folge hat. Liegt im Anodenkreis, wie in Abb. 8, wieder ein Widerstand R mit parallel geschalteter Kapazität C, so nimmt die Spannung U an diesem Widerstand während des Schwundes zu. Für die Wirkungsweise des Kondensators C gilt das vorhin Gesagte. In den beiden beschriebenen Gleichrichterschaltungen kann man also die Spannung U zur Steuerung der Verstärkungsziffer der Hochfrequenz-Verstärkerröhren heranziehen.

II. Selbsttätige Schwundausgleich-Schaltungen.

Die Möglichkeiten zum Schwundausgleich, die der Rundfunkempfänger bietet — Steilheitsregelung der Hochfrequenz-Verstärkerröhren und Gleichrichtung —, gestatten die Ausführung einer großen Zahl von selbsttätigen Schwundausgleich-Schaltungen. Da die Empfangsenergie beim Schwund gewöhnlich im Verhältnis 1 : 10, häufig aber noch stärker schwankt, ist der selbsttätige Schwundausgleich aber nur möglich bei Empfängern, die von vorn-

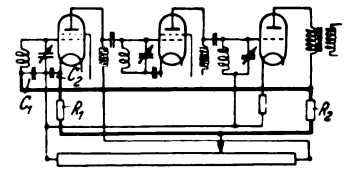


Abb. 9. Grundschaltung eines zweistufigen Hochfrequenzverstärkers mit Anodengleichrichtung und selbsttätigem Schwundausgleich.

herein eine mindestens 10mal größere Empfindlichkeit haben als zum Empfang des Fernsenders in Zeiten ohne Schwund notwendig ist. Während des Schwundes kann dann diese „Reserve" zum Ausgleich herangezogen werden, wobei um so größerer Schwund kompensiert werden kann, je größer die Reserve an Verstärkung ist. Mit einem neuzeitlichen Zweikreis-Dreiröhrenempfänger können die größeren Fernsender eben sicher aufgenommen werden. Da aber noch kein Überschuß an Verstärkung vorhanden ist, hat es erst bei Geräten mit 4 und mehr Röhren Sinn, einen Schwundausgleich vorzusehen.

Daß der Ausgleich des zeitlich ganz willkürlich auftretenden Schwindens nur selbsttätig erfolgen kann, liegt auf der Hand. Grundsätzlich kann man feststellen, daß die gleichgerichtete Antennenspannung allein zu klein ist, als daß sie zur Steuerung der Empfindlichkeit herangezogen werden könnte. Man muß deshalb entweder die Antennenspannung vor der Gleichrichtung verstärken, oder die geringe Gleichspannung, die der Gleichrichter liefert, muß nachträglich verstärkt werden. Da bei kleineren Antennenspannungen der Gleichrichter nicht geradlinig arbeitet und infolgedessen sehr unempfindlich ist, da anderseits bei sehr großen Antennenspannungen der Gleichrichter leicht übersteuert wird, was zu Verzerrungen Anlaß gibt, ist es häufig auch vorteilhaft, beide Verstärkungsmöglichkeiten in einer Schaltung auszunutzen. Dies ist um so leichter möglich, als Geräte mit Schwundausgleich ohnedies mindestens eine Hochfrequenz-Verstärkerstufe besitzen müssen, die dann die Vorverstärkung für den Ausgleich liefert. Auch die Möglichkeit, die Gleichrichterröhre des Empfängers für die Ausgleichschaltung zu benutzen, bedeutet eine Vereinfachung, die von großer Bedeutung ist. Der selbsttätige Schwundausgleich kann daher ohne merklichen Aufwand an Preis und Raum erzielt werden, eine Tatsache, die wesentlich dazu beitragen wird, in Zukunft alle Geräte mit genügend großer Verstärkungsziffer damit auszustatten.

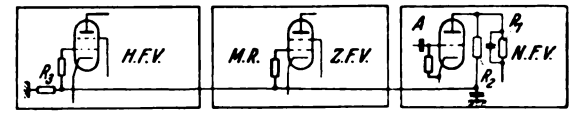


Abb. 10. Superhet-Empfänger mit selbsttätiger Regelung des Hochfrequenz- *(H.F.V.)* und Zwischenfrequenzverstärkers *(Z.F.V.)* durch ein Audion *(A)*.

Abb. 9 zeigt als erstes Beispiel für eine vollständige Schwundausgleich-Schaltung einen zweistufigen Hochfrequenzverstärker mit Anodengleichrichter. Das Gitter des ersten Hochfrequenzrohres erhält seine negative Vorspannung über die in Reihe liegenden Widerstände R_1 und R_2. Über R_1 fließt der Anodenstrom der ersten Röhre — der Spannungsabfall an diesem Widerstand erzeugt eine vom Schwund unabhängige Vorspannung —, über R_2 fließt der Anodenstrom des Gleichrichterrohrs. Sinkt während eines Schwundes die Antennenspannung, so nimmt der Anodenstrom des Gleichrichterrohres und damit der Spannungsabfall am Widerstand R_2 ab. Dadurch wird das erste Gitter positiver, die Steilheit der Röhre wird größer, und schließlich ist der Anodenstrom der Gleichrichterröhre genau so groß wie er dies ohne Schwund wäre. Die Kondensatoren C_1 und C_2 liegen parallel zum Regelwiderstand R_2 und schließen die tonfrequenten Spannungen kurz.

Abb. 10 zeigt das Prinzip eines Superhet-Empfängers mit selbsttätigem Schwundausgleich, bei dem die Gleichrichtung der Zwischenfrequenz durch ein Audion erfolgt.

Digitized by Google

Interessant ist an dieser Schaltung, daß 2 Verstärkerstufen, eine Hochfrequenz- und eine Zwischenfrequenzstufe, durch die Ausgleichschaltung gleichzeitig gesteuert werden. Im Anodenkreis des Audions liegen parallel zum Widerstand R_1, an dem die Tonfrequenzspannung abgegriffen wird, noch die Reihenschaltung der Widerstände R_2 und R_3. Der Spannungsabfall an R_3 gibt die veränderliche Vorspannung für die Gitter der zu regelnden Hochfrequenz- und Zwischenfrequenzstufe. Die Gitter können ohne weiteres parallel geschaltet werden, ohne daß eine Selbsterregung eintritt, da sie verschiedene Frequenzen führen. Nimmt infolge eines Schwundes der Anodenstrom des Audions zu, so werden die beiden Gitter wieder positiver, die Verstärkung der gesteuerten Röhren nimmt zu und schließlich wird der Anodenstrom der Audionröhre genau so klein, wie er dies ohne Schwund wäre. Der Kondensator, der die tonfrequenten Spannungen kurzschließt, liegt mit dem einen Pol an Erde, mit dem anderen Pol am Widerstand R_3 und damit parallel zum Widerstand R_3 überhaupt.

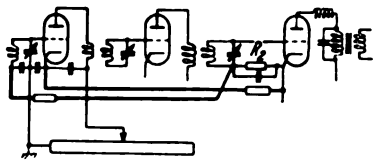


Abb. 11. Selbsttätige Regelung einer Hochfrequenzstufe durch die Richtspannung eines Audions.

In Abb. 11 wird die mit dem Schwund veränderliche Vorspannung am Gitter des Audions abgegriffen und die erste Hochfrequenz-Verstärkerröhre geregelt. Diese Schaltung gibt nur kleine Regelspannungen, die Steilheit der ersten Verstärkerröhre muß sich also bei Gitterspannungsverlagerungen stark ändern. Bei den neuzeitlichen Mu-Röhren sind dagegen sehr große Regelspannungen erforderlich (bis 50 V), die wie bei den neuesten Empfängertypen am besten durch Gleichstromverstärkung der Steuerspannung erzeugt werden. In Abb. 12 ist Rohr *III* ein Anodengleichrichter, dessen Anodenstrom über den Widerstand R_1 die negative Vorspannung der Gleichstrom-Verstärkerstufe *II* erzeugt. Wird die negative Gittervorspannung des Rohres während eines Schwundes kleiner, so fließt im Rohr *II* ein größerer Anodenstrom, der infolge seines Spannungsabfalles über den Widerstand R_2 eine Verkleinerung der Gittervorspannung des ersten Verstärkerrohres zur Folge hat.

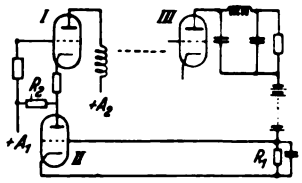


Abb. 12. Selbsttätige Schwundausgleich-Schaltung mit Gleichstromverstärkung der Richtspannung.

Abb. 13 zeigt eine interessante Verstärkung der Regelspannung mit Hilfe eines Magnetrons, bei dem eine Änderung des Anodenstromes nicht durch Verändern der Gittervorspannung wie bei normalen Verstärkerröhren, sondern durch eine Änderung des Stromes in der Feldspule S erzielt wird. Rohr *III* ist wieder ein Anodengleichrichter, dessen Anodenstrom durch die Feldspule des Magnetrons fließt, das seinerseits wieder durch Heizungsänderung der Kathode des ersten Verstärkerrohres dessen Steilheit regelt.

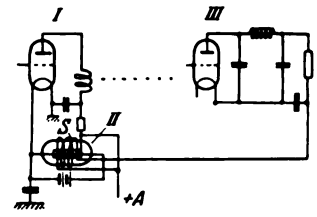


Abb. 13. Selbsttätige Schwundausgleich-Schaltung mit Verstärkung der Richtspannung durch ein Magnetron.

Abb. 14 zeigt schließlich als Beispiel für ein ausgeführtes Gerät einen neuzeitlichen Rundfunkempfänger mit zweistufiger Hochfrequenzverstärkung, Anodengleichrichtung in der Detektorröhre und einem Gleichstromverstärkerrohr für die Steuerspannung, das hier als Fadingrohr bezeichnet wird.

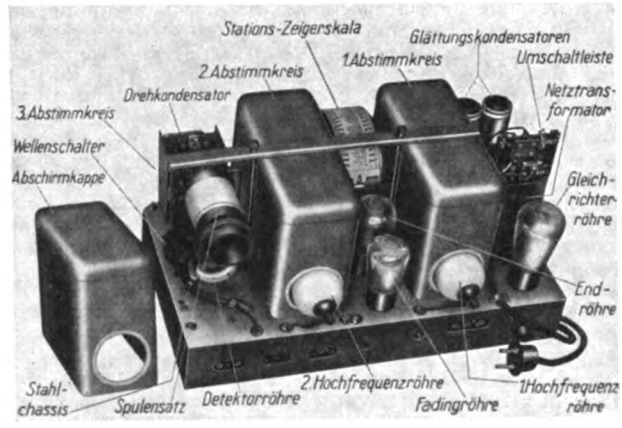


Abb. 14. Neuzeitlicher Rundfunkempfänger mit selbsttätigem Schwundausgleich.

Zum Schluß sei noch bemerkt, daß die Empfangsergebnisse, die man mit diesen neuesten Geräten erzielt hat, ausgezeichnet sind, vorausgesetzt daß der Störspiegel am Empfangsort stets kleiner ist als die Antennenspannung des schwindenden Senders. *R. L.*

Die VII. Internationale Hochspannungskonferenz in Paris 1933.

Von Dipl.-Ing. Dr. phil. **Hans Feiner**, Paris.

(Fortsetzung von S. 1016.)

II. Abteilung: Aufbau und Isolierung von Leitungen.

Porzellanisolatoren.

Berichterstatter van Cauwenberghe (Belgien).

Chembel (UdSSR, 37) beschreibt einen „Apparat zur Ermittlung schadhafter Isolatoren" auf der Leitung, der im wesentlichen aus einem sehr großen Widerstand und einem Röhrenvoltmeter besteht. Raes (Belgien, 40) untersucht die „Feldverteilung von Isolatorenketten" und stützt sich auf Laboratoriumsmessungen der Form der Äquipotentialflächen mit Sonde und Kapazitätsmeßbrücke. Aus der Aussprache über diesen Bericht ergibt sich: Die Entfernung der Elemente voneinander soll für einen gegebenen Kappendurchmesser so klein wie möglich sein. Die Rippen an der Unterseite der Elemente sollen so nah wie möglich an die Achse gerückt werden. Die Notwendigkeit des oberen Schutzringes wird von Raes verneint. Der untere Schutzring hingegen ist unerläßlich.

Austin (V. S. Amerika, 65) beschreibt „Versuchsverfahren zur Fabrikationsüberwachung von Hochspannungsisolatoren". Er weist auf die Bedeutung der Versuchsdauer hin und zeigt an Hand von „Ausschußkurven" den Zusammenhang zwischen Versuchsdauer und Prozentsatz der ausgeschiedenen fehlerhaften Isolatoren. In einem anderen Bericht (64) gibt Austin die besonderen Vorkehrungen an, die für die „Massenherstellung von Isolatoren" getroffen werden müssen, um die Güte zu erhöhen.

Harald Müller (Deutschland, 66) behandelt die „Überschlagsicherheit von Freileitungsisolatoren in Abhängigkeit vom Erdungswiderstand der Maste". Es wird gezeigt, daß der Widerstand der Masterdung nicht nur Bedeutung hat für den Fall, daß der Blitz in den Mast einschlägt, sondern daß auch für den Fall des Einschlagens in die Leitung durch hohe Erdwiderstände kurz vor den Stationen eine Gefährdung der Stationsisolation eintreten kann, weil die Überschlagspannung der Freileitung in unerwünschtem Maß heraufgesetzt wird. In der Aussprache über diesen Bericht wird darauf hingewiesen, daß durch den von Müller erwähnten sog. rückwärtigen

Digitized by Google

Einschlag, das ist ein Einschlag vom Mast nach dem Leitungseil, die Tatsache erklärlich wird, daß bei Blitzschlag zwei oder drei Phasen getroffen werden. Die Übergangswiderstände von Masten zur Erde scheinen bei höheren Spannungen, vor allem höheren Stromstärken, ganz anders, nämlich weit größer zu sein als aus den Brückenmessungen mit geringeren Spannungen und Stromstärken hervorgeht.

Draeger und Hosch (Deutschland, 129) beschreiben „Maßnahmen zur Herstellung von Isolatoren für Gebiete mit starken Schmutzablagerungen". In der Aussprache wird darauf hingewiesen, daß Schmutzablagerungen dort am meisten auftreten, wo die höchsten Spannungsgradienten sind. Auch aus diesem Grund ist eine möglichst gleichmäßige Feldverteilung wichtig.

Aus dem Sammelbericht von van Cauwenberghe (Belgien, 56) über die Arbeiten des von ihm geleiteten Studienkomitees für Isolatoren und der anschließenden Aussprache ergeben sich folgende Feststellungen: Die Stoffausnutzung und die Potentialverteilung scheinen in Ketten mit zahlreichen kleinen Gliedern weniger günstig, allerdings ist bei diesen im Augenblick des Überschlages die Beanspruchung des ersten Elementes gemilderter; dies ist wichtig für sehr hohe Übertragungspannungen. Aus in verschiedenen Laboratorien durchgeführten zahlreichen Versuchen geht die Notwendigkeit hervor, bei der Trockenüberschlagspannung für die Korrektur sich immer auf die absolute Feuchtigkeit zu beziehen. Es wurde als unerläßlich erkannt, die Bestimmung der Regenüberschlagspannung bei einem spezifischen Widerstand von möglichst genau 10 000 Ω cm²/cm durchzuführen, um die Verwendung von Korrektionskurven zu vermeiden. Nötigenfalls müßte diese der Hersteller für jede Type mitliefern. Der Einfluß der Temperatur und des Luftdrucks auf die Regenüberschlagspannung ist noch nicht hinreichend geklärt. Es wurde ferner die Frage erörtert, ob die Taubildung auf der Oberfläche eines Isolators und die damit verbundene Erniedrigung der Überschlagspannung von der absoluten Temperatur unabhängig ist und nur von der Differenz zwischen der Isolatortemperatur und der der umgebenden wassergesättigten Atmosphäre abhängt. Derartige Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen.

Es ist hier noch der Bericht von Boyse und Hart (England, 53) zu erwähnen, welche die Überspannung der Themse durch eine 132 kV-Drehstrom-Doppelleitung mit Erdleitung auf einer Länge von 930 m und einer Höhe von 75 m über dem Fluß beschreiben. Ein Film zeigte die Ausführung dieser schwierigen Montage.

Hochspannungskabel.

Berichterstatter Bakker (Holland).

Young und Rah (V. S. Amerika, 34) berichten über eine „Porzellan-Endverschluß"-Konstruktion, die auf Grund theoretischer und experimenteller Studien über die Feldverteilung mit passender Wulstform und bestimmter Porzellanstärke ausgebildet wurde. In der Aussprache gab Ryley (England) eine besondere kegelförmig um das Kabelende angeordnete Kondensatorkonstruktion an, die die Feldverteilung noch weiter beträchtlich verbessern soll.

Emanueli (Italien, 49) beschreibt eine „220 kV-Ölkabel-Versuchstrecke" in Italien von 200 m Länge, die direkt von einer Freileitung abzweigt. Sie besteht aus drei Einleiter-Ölkabeln (System Pirelli) mit einer Isolationsstärke von 24 mm (Spannungsgradient 12 kV/mm) und enthält drei Verbindungsmuffen und an den Kabelendverschlüssen angeschlossene Ölausdehnungsgefäße. Die Leitung ist seit September 1932 mit einer Last von 60 ··· 70 kVA in Betrieb.

Die SOFINA (Belgien, 135) gibt eine ausführliche „Beschreibung einer 66 kV-Ölkabelstrecke" von 50 km Länge der Stadt La Plata. Diese Strecke besteht ebenfalls aus drei Einleiter-Ölkabeln (System Pirelli) mit einer Isolationsstärke von 13,3 mm und ist seit rd. einem Jahr mit Erfolg in Betrieb. Gaillard (Frankreich) behandelt die Potentialverteilung im Boden in der Umgebung eines den Boden berührenden spannungführenden Leiters. Er führt interessante Schlußfolgerungen für Kreuzungsstellen von Hochspannungs-Freileitungen mit Kabeln aus.

Konstantinowsky und Tschiassny (Tschechoslowakei, 43) ziehen aus „Versuchen über die elektrische Beanspruchung von Hochspannungskabeln" den Schluß, daß ein zwischen dem mittleren und höchsten Spannungsgradienten liegender Wert für die Beanspruchung kennzeichnend ist. Er nähert sich für Spannungsversuche langer Dauer dem höchsten Gradienten. Im Zusammenhang mit dem vorigen wird das Silbermann-Kabel behandelt. Borel (Schweiz, 75) gibt ein vereinfachtes „Prüfverfahren zur raschen Bestimmung der Grenzspannung von Kabeln" an.

Apt (Deutschland, 127) unterbreitet einen unter Mitarbeit von Ludin, Pfannkuch und Vogel hergestellten Bericht der Technischen Arbeitsgemeinschaft der deutschen Kabelindustrie (TAK) über die „Prüfung und Beurteilung von Hochspannungskabeln", d. h. Kabeln über 66 kV Betriebspannung. Dabei werden im besonderen Ölkabel und Druckkabel behandelt und einige Gesichtspunkte erörtert, die bei Verwendung von hochgespanntem Gleichstrom für den Kabelbetrieb zu berücksichtigen wären.

Der Bericht von Soleri (Italien, 59) über den „Schutz der Kabel gegen Korrosion" rief eine lebhafte Aussprache mit folgendem Ergebnis hervor: Nur die in den Teeren enthaltenen niedrigen Phenole sind gefährlich, Bitumen kann mit Vorteil verwendet werden. Schwefelzusatz bietet ein gutes Mittel gegen chemische Korrosion. Ein doppelter Bleimantel stellt einen guten Schutz dar und ermöglicht eine Fehlermeldung. Gegen den schädigenden Einfluß der vagabundierenden Ströme muß die elektrische Drainage oder die Schaffung von Isoliermuffen oder eine Kombination den jeweiligen Umständen entsprechend gewählt werden.

Vogel (Deutschland, 128) berichtet über das „thermische Verhalten von Kabeln, insbesondere von Druckkabeln in metallischen Rohrleitungen". In der Aussprache wies Vogel noch auf eine Trockenheitsprüfung durch Bestimmung der Falzzahl der Papiere hin.

Wedmore und Fawssett (England, 137) untersuchen den zulässigen Belastungstrom für Kabel, die 6 m unter dem Erdboden verlegt sind, und kommen auf Grund von mehrjährigen Beobachtungen zu dem Ergebnis, daß in dieser Tiefe eine größere Belastbarkeit möglich ist als in der normalen Verlegungstiefe von 1 m.

Schließlich legte Bakker (Holland, 57) als Vorsitzender der Kabelkommission im Namen des vorbereitenden Komitees, welchem Vertreter der wichtigsten europäischen Länder angehören, einen Vorschlag von „Prüfvorschriften für Hochspannungskabel" für Netze bis 66 kV Betriebspannung vor. Die Vorschriften betreffen Spannungs-, Biegungsprobe, Verlustwinkelmessung, Prüfung der Grenzspannung, ferner Widerstands-, Kapazitäts- und Isolationsmessung, schließlich Werkstoffprüfung.

In der sehr regen Aussprache wurden verschiedene Einwände vorgebracht, insbesondere wurde von französischer Seite gegen die Verlustwinkelmessung, namentlich für Kabel mit nicht radialem Feldverlauf, Stellung genommen, hingegen eine Erhöhung der Prüfspannung für diese gefordert. Es wurde beschlossen, den Bericht als Information und Feststellung über den gegenwärtigen Stand der Frage zur weiteren Bearbeitung der IEC zu übermitteln.

Elektrische Leitungsberechnung.

Berichterstatter Dorra (Ägypten).

Blondel (Frankreich, 149) zeigt in seiner Studie über die „Graphische Berechnung von Leitungen mit gleichmäßig verteilter Kapazität" die Erleichterungen, welche bei der graphischen Untersuchung des Betriebes einer Hochspannungsleitung der Gebrauch einer allgemeinen Kurventafel und eine algebraische Darstellung der Vektoren bringen. Lawrow und Tschernyschewa (UdSSR, 36) geben das in der Sowjetunion verwendete „Rechenverfahren für Leitungen großer Länge" an, das in einer abschnittweisen Bestimmung der Leitungs-Charakteristiken besteht. Jakobsen (Norwegen, 48) legt ein „graphisches Rechenverfahren für Leitungen großer Länge" vor, welches auf der Anwendung von Reaktanzkurven beruht.

Dunikowski (Polen) und Dorra (Ägypten) (Bericht 136) bringen einen „Beitrag über die Fehler bei der Berechnung des elektrischen Betriebes von Drehstrom-Freileitungen von 90 ··· 220 kV". Sie zeigen, daß man mit Rücksicht darauf, daß die Fehler bei der Bestimmung der physikalischen Konstanten der Leitungen meistens höher sind als diejenigen, welche aus den verschiedenen für die Berechnung der Leitungen verwendeten Verfahren hervorgehen, vollkommen hinreichende Ergebnisse erhält, wenn man sich in den Formeln auf die ersten Glieder der Reihenentwicklung der hyperbolischen Funktionen beschränkt.

Digitized by Google

Die Aussprache befaßte sich mit dem Vergleich der Rechnungsverfahren, mit der Regelung sehr langer Leitungen und mit den den Berechnungen innewohnenden Fehlern. Die Wahl zwischen den verschiedenen Rechenverfahren, deren Grundlage immer die Grundgleichungen für die Fortpflanzung elektromagnetischer Wellen sind, ist eine Frage der Genauigkeit und der Bequemlichkeit. Die vereinfachten Verfahren sind für Vorprojekte und zum Studium von Leitungen mit veränderlichem Betrieb, die genauen Verfahren für die Aufstellung des normalen Betriebes anzuwenden.

Bezüglich der Regelung der Leitungen großer Länge wies Fallou (Frankreich) auf die Tatsache hin, daß die Verteilungs-Schaltstellen für die Verbrauchszentren immer mehr auf der Strecke der Übertragungsleitungen geschaffen werden; es scheint demnach, daß das System mit annähernd konstanter Spannung ebenso für Übertragungsleitungen wie für Verteilungsleitungen angewendet werden muß. Nach seiner Meinung besteht die Unsicherheit in der Berechnung insbesondere bei Einphasenbetrieb mit Erdrückleitung. Rüdenberg wies auf die Unsicherheit der Formeln für die Kapazität hin. Diese wird von der Anwesenheit der Maste und benachbarter Bäume beeinflußt, ebenso schwankt der Wert nach den Jahreszeiten (z. B. Einfluß des Getreides). Desgleichen ergaben Versuche, daß die Leitfähigkeit der Erde mit der Tiefe zunimmt.

Mechanische Leitungsberechnung.

Berichterstatter Silva (Italien).

Rosenthal (Polen, 61) tritt in einer Arbeit über die „Zustandsgleichung des gespannten Leiters in der allgemeinsten Form" für die genaue Berechnung mittels Rechenmaschinen und genauer Tafeln ohne Verwendung von Kurven ein. Mit Hilfe einiger Vereinfachungen und der im Bericht enthaltenen Tafeln hyperbolischer Funktionen werden die Berechnungen durchgeführt. Rezniček (Tschechoslowakei, 44) gibt ein „allgemeines Diagramm für die Berechnung von Freileitungen kurzer Spannweiten" an, welches für jedes Leitermaterial verwendbar ist.

Carpentier (Frankreich, 50) ist der Ansicht, daß die systematischen Fehler, die der „mechanischen Berechnung elektrischer Kraftübertragungsleitungen" innewohnen, seien es Fehler der Geländeaufnahme oder ungenaue Kenntnis der physikalischen Eigenschaften des Leiters, die Verwendung einer bis zum äußersten getriebenen Genauigkeit nicht rechtfertigen. Er zeigt, daß die ausgezeichneten Ergebnisse, die er mit Näherungsverfahren, z. B. dem von Truxa[5], erhalten hat, rasche Berechnungen nach algebraischen Regeln mit einer hinreichenden Genauigkeit erlauben.

In der Aussprache stimmte Silva der Ansicht Carpentiers bei, aber von beiden wurde hervorgehoben, daß man sich bei Verwendung der Näherungsformeln über die Größe des Fehlers, den sie mit sich bringen können, im klaren sein muß. Der Berichterstatter Silva schlug eine Normung der Symbole vor; dieser Vorschlag wurde an das Studienkomitee für Leitungsberechnung (Vorsitzender List, Tschechoslowakei) weitergeleitet.

Gellert (Ungarn, 132) beschreibt die „Berechnung von Leitungen mit Hängeisolatoren mit Hilfe des Kreisdiagramms der Kettenlinie". Jobin (Schweiz, 39) untersucht „die Montage- und Regelungsbedingungen für Leitungen in sehr hügeligem Gelände". Dieser Bericht war Gegenstand einer lebhaften Aussprache, in der verschiedene praktisch angewandte Anordnungen mitgeteilt wurden. Die Montage von Leitungen mit vertikalen Hängeketten im hügeligen Gelände wurde in bezug auf Wirtschaftlichkeit und Betriebsicherheit der Montage von Leitungen gegenübergestellt, deren Hängeketten in der Richtung der Winkelhalbierenden der Tangenten der aneinanderstoßenden Leiter liegen. Die in der Praxis gelegentlich auftretenden unterschiedlichen Verhältnisse in benachbarten Spannfeldern können für die Beurteilung von Bedeutung sein.

Rosenthal (Polen, 41) berichtet über die Verwendung von Näherungsformeln für die Berechnung der Kettenlinie und die „Kontrolle des Durchhangs durch Anwendung des Pendelprinzips". Ein Bericht von Rezniček (Tschechoslowakei, 51) behandelt schließlich die „graphische Berechnung von Fahrleitungen für die elektrische Zugförderung" und deren Regelungsbedingungen.

Sawitzky und Winogradow (UdSSR, 42) beschreiben eine Drehstrom-Versuchsleitung für eine Spannung bis 500 kV, die von dem elektrophysikalischen Institut Leningrad zum Studium des von der Sowjetunion geplanten 400 kV-Hochspannungsnetzes errichtet wurde.

Darrieus (Frankreich, 62) beschreibt eine in Algerien gebaute „Leitung mit bespannten Stützböcken", als deren Vorteile Stabilität, Widerstandsfähigkeit gegen Wind, größere Sicherheit und sicherere Berechnung hervorgehoben werden. Die Anzahl der Stützböcke zwischen zwei Abspannmasten kann 10 ··· 12 betragen, selbst wenn man Windbeanspruchung in der Längsrichtung annimmt. Bei solcher Annahme neigen sich die Maste an der höchsten Stelle um 0,5 ··· 1 m. Die Ketten bleiben praktisch in der Mastebene. Die Abspannmaste können gewöhnliche Maste mit vier Füßen oder Stützböcke gleicher Type sein, welche aber in der Leitungsrichtung mit Haltetauen verankert sind.

Sariban (Belgien, 35) schlägt eine besondere „Gründungsweise für Freileitungsmaste für Gebiete mit schwachem Erdreich" vor. Das Prinzip besteht in der Herstellung von getrennten Gründungen für jeden der vier Mastfüße. In der Aussprache wurden die Schwierigkeiten der Gründung in Gebieten mit beweglichem Boden, insbesondere Bergwerksgegenden, lebhaft geschildert und verschiedene Hilfsmittel gegen Absenkungen, wie Pfeilerstützung, zylindrische Betonunterlagen usw., angegeben.

Austin (V. S. Amerika, 63) stellt auf Grund reichhaltiger amerikanischer Statistiken über Betriebstörungen und alle Faktoren, die dazu führen können, einen sog. Sicherheitsindex für den Betrieb elektrischer Leitungen auf.

Freileitungen.

Berichterstatter Harald Müller (Deutschland).

Der erste Teil befaßte sich mit den Leitungschwingungen, der zweite mit der Rauhreif- und Eisbildung. Lebouteux (Kanada, 60) ist der Auffassung, daß man bei keiner Leitung im voraus wissen kann, ob „Seilschwingungen" eintreten oder nicht. Er teilt die Mittel zum Schutz der Leitungen in zwei Gruppen: Verstärkungsvorrichtungen und Schwingungsdämpfer. Ryle (England, 47) behandelt nach einer theoretischen Studie über die Schwingungen insbesondere die vorteilhaftesten „Befestigungsvorrichtungen", um übergroße Ermüdungen an den Aufhängepunkten zu vermeiden.

Van Staveren (Holland, 38) beschreibt „Seilschwingungen", die in Niederländisch-Indien an Stahl-Aluminium-Seilen beobachtet wurden. Er gibt die sog. „armor rods" an, das sind Aluminium-Drahtbündel, die um den Leiter gewickelt und in die Tragklemmen eingeführt werden. Durch sie werden der Querschnitt und der Krümmungsradius vergrößert. Noch wirksamer ist eine Doppelfeder-Plattenkonstruktion, durch welche die Tragklemme schwingend gemacht wird. Dadurch wird die Energie der Schwingung vernichtet.

Nefzger (Deutschland, 126) teilt in dem Bericht „Störungen durch mechanische Leitungschwingungen und Mittel zu deren Behebung" die deutschen Erfahrungen mit. Er beschreibt die Leiterverstärkungen durch Stahlbeilagen, wie sie durch die Firma J. W. Hofmann mit Erfolg verwendet werden. Außerdem haben in Deutschland unter den Schwingungsdämpfern die pneumatischen Schwingungsdämpfer und die sog. Schwinghebeldämpfer der Lautawerke praktische Bedeutung erlangt[6]. Davison (Kanada, 40) zeigt in dem Bericht über den „gegenwärtigen Stand der Frage der Leitungschwingungen" die Erscheinungen auf, die sich seit rd. 50 Jahren in Telephonleitungen ergeben haben, und bespricht weiter verschiedene Mittel, die zum Schutz der Kraftleitungen verwendet werden.

Velander (Schweden, 133) will im Gegensatz zu den übrigen Verfassern die Wirkung der Schwingungen nicht durch zusätzliche Vorrichtungen vermeiden, sondern durch die Wahl eines geeigneten Leiteraufbaus. Er schlägt die Verwendung von Litzenleitern vor, bei denen die in Bruchenergie umgewandelte Schwingungsenergie durch gegenseitige Reibung der Litzen aufgezehrt und vernichtet wird.

In der Aussprache wurde von mehreren Rednern auf die Streuung zwischen den Ergebnissen von Laboratoriumsmessungen und Versuchen bei natürlichen Verhältnissen hingewiesen. Laboratoriumsmessungen sind daher

[5] Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 42, S. 501 (1924).

[6] Vgl. ETZ 1933, S. 605, ferner auch 1932, S. 1131 u. 1181.

Digitized by Google

in diesem Falle mit Vorsicht zu behandeln. Die in Amerika verwendeten Leiter mit dreieckigem oder unregelmäßigem Querschnitt, welche nach Literaturberichten gute Erfolge erzielt haben sollen, werden mit Rücksicht auf die sehr wahrscheinlichen elektrischen Nachteile (Korona!) und die Preiserhöhung verworfen, wenngleich gewisse mechanische Vorteile vorhanden sind. Die Frage, ob Leitungsverstärkungen oder Dämpfungsvorrichtungen zu verwenden sind, ist jeweils eine wirtschaftliche. Die Anwendung dieser Mittel hat zu einer erheblichen Verminderung der Leiterbrüche geführt. Auf den Vorschlag von Velander, die Leiterkonstruktion so zu gestalten, daß auf besondere Schutzvorrichtungen verzichtet werden kann, wird eingewendet, daß die Frage der günstigsten Durchmesser der einzelnen Litzenleiterlagen durch die Versuche nicht voll geklärt werden konnte. Auch hier geben Laboratoriumsversuche und die Messungen im Freien verschiedene Ergebnisse. Da Leitungschwingungen und Brüche, insbesondere bei Talüberquerungen und bei senkrecht zur häufigsten Windrichtung verlaufenden Leitungsführungen in Ebenen entstehen, man also die Stellen der größten Gefährdung bereits kennt, ist es nicht unbedingt nötig, die ganzen Leitungen mit Schutzvorrichtungen zu versehen. In Deutschland hat man nicht wie in England gefunden, daß die Bruchhäufigkeit wächst, je mehr man sich vom Mast entfernt; auch kann man nicht allgemein sagen, an welchem Mastträger die Brüche häufiger sind. Es müssen diesbezüglich weitere Erfahrungen systematisch gesammelt werden.

Maag (Schweiz, 52) schildert „Beschädigungen durch Rauhreifbildung an Hochspannungsleitungen in Spanien" und beschreibt die getroffenen Anordnungen zur Verhinderung weiterer Schädigungen. Hammel (Deutschland, 134) gibt eine Anzahl von Verfahren zur „Entfernung von Rauhreif- und Eislasten auf Hochspannungs-Freileitungen" durch elektrische Heizung des Leiters und Abschmelzen an, welche in zweijähriger Anwendung in Deutschland gute Erfolge erzielt haben. In der Aussprache wurde eine Reihe von schweren Beschädigungen durch Rauhreif- und Eisbelastung mitgeteilt und die Wichtigkeit der sofortigen Abhilfe bei Auftreten dieser Überbelastungen hervorgehoben.

Thomas (Schweiz, 45) zeigt die erfolgreiche Verwendung von Aldrey als Leitermaterial und ebenso Poirson (Frankreich, 131) die mit einer anderen Aluminiumlegierung, „Almelec", gemachten Erfahrungen. Schließlich weist Brooking (England, 130) auf die Störungen hin, die durch Tiere, insbesondere Vögel, Reptilien in den Tropen usw., an Freileitungen und Apparaten auftreten können, und befaßt sich mit den schützenden Isolierstoffen, insbesondere mit der Anwendung eines in England unter dem Zeichen PX bekannten Stoffes aus vulkanisiertem Gummi und Wachs, der sehr gute Erfolge erzielt hat. *(Schluß folgt.)*

Erdkabel für Bergschädengebiete.

Dehnungskabel.

Von **H. Heinzelmann**, Köln.

Übersicht. Es wird kurz der Aufbau verschiedener Dehnungskabelarten beschrieben und auf die bisherigen Betriebserfahrungen mit ihnen eingegangen. Sodann wird das Grundsätzliche des Dehnungsvorganges erörtert und gezeigt, wie weit Kabel gedehnt werden können, ohne daß dabei die einzelnen Adern an der Dehnung teilnehmen.

Die Zeitspanne seit der Einführung besonderer Kabel für Bergschädengebiete ist genügend groß, um über die mit dieser Kabelart gemachten Erfahrungen zu sprechen, die unter dem Namen „Dehnungskabel" bekannt geworden ist[1]. Die erste praktisch verwendbare Dehnungskabelkonstruktion, die von den Land- und Seekabelwerken in Köln-Nippes entwickelt wurde, geht von der an gewöhnlichen, in Bodensenkungsgebieten verlegten Kabeln gemachten Beobachtung aus, daß alle Aufbauteile der Kabel mit Ausnahme der Kupferleiter den Dehnungsanforderungen, die infolge von Bodensenkungen im Laufe der Zeit an sie gestellt werden, zu folgen vermögen. Es wurden deshalb bei dieser Konstruktion in erster Linie die früher unnachgiebigen oder sehr wenig nachgiebigen Kupferleiter dehnbar gestaltet, was durch einen besonderen Aufbau und eine besondere Art der Verseilung erreicht wurde. Neben einer der Kabelsonderart angepaßten Weise der Aufbringung der Papierbänder, die die Kabelisolierhüllen bilden, wurde vor allem auch dem Aufbau der Verbindungsmuffen besondere Sorgfalt gewidmet. Die beim Eintritt von Bodensenkungen auf die Kabel einwirkenden Zug- und Druckkräfte pflanzen sich natürlich auch bei Dehnungskabeln, zu deren Dehnung oder Stauchung ja stets eine gewisse Kraft erforderlich ist, durch die Leiter bis ins Innere der Verbindungsmuffen fort. Diese wurden in ihren Einzelteilen deshalb so gestaltet, daß weder durch Herausreißen der Leiter aus den Verbindungsklemmen noch durch Verlagerung der letzteren innerhalb der Muffengehäuse Unheil angerichtet werden kann.

Der den Kabeln der beschriebenen Art zugrunde liegende Gedanke hat den großen Vorzug, daß er in seiner Anwendung nicht auf eine bestimmte Kabelart beschränkt ist. Er läßt sich sowohl bei Einleiter- als auch bei Mehrleiterkabeln ausführen, und man ist auch nicht, was vielfach angenommen wird, allein auf Kabel mit Gürtelisolation angewiesen; vielmehr läßt er sich ebenso gut auf H- und auch auf Dreibleimantelkabel anwenden.

Ein Urteil über das Verhalten von Dehnungskabeln im Betriebe läßt sich erfahrungsgemäß stets erst nach einer mehrjährigen Beobachtung bilden, da sich in der Regel die Einwirkungen von Bodensenkungen nach dieser Zeitspanne zu zeigen pflegen. An den mit Dehnungsleitern ausgerüsteten Kabeln der oben erläuterten Art, von denen einige hundert Kilometer seit Jahren in Betrieb sind, hat man nun überaus günstige Erfahrungen gemacht. Obwohl sie zum großen Teil auf Strecken zur Verlegung gelangten, die in starkem Maße unter Bodensenkungen zu leiden hatten und auf denen früher verlegte gewöhnliche Erdkabel zu dauernden Störungen Veranlassung gegeben hatten, trat eine merkbare Beruhigung ein, und Kabelschäden, die mit den hier zu erörternden Fragen in Zusammenhang stehen, wurden nicht mehr bekannt. Da es sich hierbei in der Hauptsache um Kabel für mittlere Betriebspannungen handelte, bei denen der Vorteil des radial gerichteten elektrischen Feldes nicht die Bedeutung hat wie bei höheren Spannungen, so besitzt die überwiegende Zahl der Strecken Kabel mit Gürtelisolation. Es sind jedoch auch einige Anlagen mit Kabeln ausgerüstet, die ein radiales Feld besitzen. Auf jeden Fall zeigen die umfangreichen und langjährigen Betriebserfahrungen mit diesen Dehnungsleiterkabeln, daß sie allen Anforderungen in bezug auf Dehnbarkeit und Nachgiebigkeit, die durch die Bodensenkungen an sie gestellt werden, gerecht zu werden vermögen, und daß das Maß ihrer Dehnbarkeit völlig ausreichend ist.

Wie zu erwarten war, tauchten, trotzdem man anfänglich der Dehnungskabelfrage vielfach starkes Mißtrauen entgegenbrachte, infolge der erzielten günstigen Betriebserfahrungen eine Reihe weiterer Konstruktionen auf, die das gleiche Ziel erstrebten. Zum Teil besitzen sie einen recht verwickelten Aufbau und bieten bedeutende fabrikatorische Schwierigkeiten. Da sie überdies auch noch nicht oder kaum praktische Verwendung gefunden haben, so können sie hier übergangen werden. Zum anderen Teil beruhen sie auf dem Gedanken des Mehrmantelkabels, also einer Kabelart, bei der jeder Leiter für sich isoliert und mit einem besonderen Bleimantel versehen ist. Die Verseilung der einzeln isolierten und bleiumhüllten Leiter erfolgt entweder in der gewöhnlichen Weise oder um eine in der Mitte liegende nachgiebige Einlage, die bei Zugbeanspruchungen durch den von den Adern ausgeübten nach innen gerichteten radialen Druck zusammengepreßt wird.

Bei jedem Seil oder Kabel ist die Länge der einzelnen gestreckten Seil- oder Kabelelemente stets größer als die des fertigen Erzeugnisses. Beim Verseilen werden die einzelnen Seilelemente scheinbar kürzer; sie gehen ein und man nennt deswegen diesen Längenunterschied Eingang. Gewöhnlich wird er in Prozenten angegeben. Seine Größe ist von dem Verhältnis der Schlaglänge zu dem Durchmesser desjenigen Kreises abhängig, auf dem die Mittelpunkte der betrachteten Kabelelemente liegen, wobei die

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 243; 1929, S. 233.

Digitized by Google

Schlaglänge einer vollen Umdrehung der Kabelelemente entspricht. Der Eingang läßt sich demnach für eine bestimmte Kabelkonstruktion im voraus rein rechnerisch bestimmen. Über die Größe des Verseilungseinganges in Abhängigkeit von dem Verhältnis der Schlaglänge zu dem oben näher bezeichneten Durchmesser gibt Zahlentafel 1 Aufschluß. Aus ihr läßt sich entnehmen, daß bei den

Zahlentafel 1.

Verhältnis Schlaglänge / Durchmesser	Eingang in %	Verhältnis Schlaglänge / Durchmesser	Eingang in %	Verhältnis Schlaglänge / Durchmesser	Eingang in %
8-fach	7,5	14-fach	2,4	25-fach	0,7
9- ,,	5,5	16- ,,	1,9	30- ,,	0,5
10- ,,	4,8	18- ,,	1,5	40- ,,	0,3
12- ,,	3,3	20- ,,	1,2	50- ,,	0,2

großen Schlaglängen der Eingang gering ist und auch nur langsam ansteigt, während er bei kleinen Schlaglängen rasch wächst. Beim Verseilen der einzeln verbleiten Adern zur Kabelseele von Mehrmantelkabeln darf man nun die Schlaglänge nicht allzu kurz nehmen, da sonst die Gefahr einer Beschädigung besteht. Im allgemeinen wird man die Schlaglänge nicht kleiner als 30fach machen, wobei man einen Eingang von rd. 0,5 % hat; d. h. die einzelnen Adern sind um 0,5 % länger als das aus ihnen hergestellte Kabel. In Ausnahmefällen wird man vielleicht noch etwas unter dieses Verhältnis gehen können, doch beträgt selbst bei einer 20fachen Schlaglänge der Eingang erst rd. 1,2 %.

Will man nun ein Kabel dehnen, so ist dies unter der Voraussetzung, daß die einzelnen Kabeladern in ihrer Länge nicht verändert werden sollen, nur dadurch möglich, daß man entweder die Schlaglänge vergrößert, indem man das Kabel teilweise aufseilt, oder indem man den Durchmesser, der durch die neutrale Achse der Adern geht, verkleinert, d. h. die letzteren einander nähert. In beiden Fällen vergrößert man das Verhältnis $\frac{\text{Schlaglänge}}{\text{Verseilungsdurchmesser}}$, und man kann den daraus sich ergebenden Längenunterschied zur Dehnung der Kabel heranziehen. Der erste Weg, wie man die Längenänderung vor sich gehen lassen kann, braucht hier nicht weiter berücksichtigt zu werden, weil die Endpunkte bei verlegten Kabeln festliegen und ein Aufseilen oder Aufdrehen nicht möglich ist. Es bleibt also nur übrig, die Adern einander sich nähern zu lassen, was sich durch die Verseilung um einen nachgiebigen Kern ermöglichen läßt, der bei Zugbeanspruchungen, die auf das Kabel einwirken, zusammengedrückt wird. Da die Verkleinerung des Verseilungsdurchmessers aus leicht begreiflichen Gründen an enge Grenzen gebunden ist, so läßt sich nur ein Teil des Einganges zur Dehnung der Kabel ausnutzen, der, weil der Gesamteingang im günstigsten Falle nur etwa 1,2 % beträgt, natürlich unter diesem Betrage liegt. Bei Mehrmantelkabeln, deren Einzeladern um einen nachgiebigen Kern herum verseilt sind, wird also ein in der Regel unter 1,2 % liegender Anteil der Gesamtdehnung aus dem Verseilungseingang der Adern herausgeholt, während der übrige Teil auf Kosten einer Längung der Adern und, falls deren Kupferleiter unnachgiebig sind, selbstverständlich auch auf Kosten einer Längung der letzteren geht. Sind die Einzeladern ohne Verwendung eines nachgiebigen Kernes umeinander verseilt, so geht die gesamte Dehnung auf Kosten der Einzeladern und gegebenenfalls der Kupferleiter. Auf keinen Fall ist es aber, wie dies vielleicht zunächst erscheinen könnte, möglich, Dehnungen um 5 ··· 6 %, wie sie häufig für diese Kabelart angegeben werden, allein aus dem Verseilungseingang der Adern zu bestreiten. Dieser hohe Dehnungsprozentsatz kann vielmehr nur ganz oder zum allergrößten Teile auf Kosten einer Längung der Einzeladern herausgeholt werden.

Wenn trotzdem unter diesen Verhältnissen Dehnungen von 5 und 6 % als zulässig und unschädlich für die Kabel der zuletzt beschriebenen Art bezeichnet werden, so trifft dies natürlich erst recht für solche Mehrmantelkabel zu, deren Leiter nach dem Grundsatz der eingangs beschriebenen Kabel als Dehnungsleiter aufgebaut sind. Auf alle Fälle ist es aber irreführend, Mehrmantel-Dehnungskabel Gürtelkabeln mit Dehnungsleitern gegenüberzustellen, da ja die Verwendung dehnbarer Leiter nicht auf die Kabel mit Gürtelisolation beschränkt ist.

Die Verwertung von Rohsalz durch das Siemens-Billiter-Verfahren.

Eine Reihe von Zellstoffabriken beabsichtigt, auf die Herstellung elektrolytischer Bleichlösungen überzugehen. Gefördert wird dieses Bestreben durch den Ausbau der Wasserkräfte und durch die Errichtung neuer mächtiger Elektrokraftwerke in allen Teilen der Welt. Die dadurch bedingte Verbilligung elektrischer Energie ermöglicht heute mancher Zellstoffabrik, daraus wirtschaftlichen Nutzen zu ziehen.

Das Rohsalz, dessen wässerige Lösung, auch Sole genannt, durch den elektrischen Strom in Ätznatron und Chlor gespalten wird, wobei sich durch Umsetzung in der Kälte die Natriumhypochloritlauge bildet — sofern man nicht das Ätznatron vom Chlor durch Diaphragmen trennt —, findet sich in der Natur in ungeheurer Menge im Meerwasser gelöst, aus dem es sich vor Millionen Jahren in Form von Salzlagern ausschied. Dieser Prozeß vollzieht sich auch heute noch in den Salzseen und, künstlich eingeleitet, in den Salzgärten Spaniens, Frankreichs, Italiens, Chinas usw. Die neuen großen Zellstoffabriken der japanischen Papierindustriekonzerne verwenden gereinigtes Meersalz, welches in den ausgedehnten Salzgärten von Tsingtau gewonnen wird. Deutsches Salz geht heute in vielen Schiffsladungen zu industriellen Zwecken sowohl nach Amerika, England und Indien als auch nach einer Reihe anderer salzarmer Länder. Es steht zu erwarten, daß durch die Umstellung der vielen Zellstoffabriken auf elektrolytische Bleichlaugeerzeugung sich der deutsche Salzexport noch wesentlich steigern dürfte.

Es soll nun ein Überblick über das Siemens-Billiter-Verfahren gegeben werden, das die elektrolytische Zerlegung von Chlorkalien zum Zwecke der billigsten Chlorgasgewinnung anstrebt. Da die direkte Herstellung von Natriumhypochlorit für die allermeisten Zellstoff- und Papierfabriken heute viel zu teuer kommt und sich nur bei unmittelbarstem Salzsolebezug lohnt, wie z. B. in Hallein, liegt es nahe, daß die Bestrebungen nach Schaffung eines billiger arbeitenden Verfahrens die Chemiker und Laboratorien der elektrotechnischen Großindustrie fortgesetzt stark beschäftigen. Dr. Jean Billiter, Professor der Wiener Universität, gelang es im Verein mit der Siemens & Halske AG. in Berlin ein Verfahren auszubilden, welches bis heute als das für die Zellstoff- und Papierfabrikation wirtschaftlichste zu bezeichnen ist.

Ehe ich dieses Verfahren selbst beschreibe, will ich die Apparatur erklären. Die Siemens-Billiter-Chlor-Ätznatron-Zelle (Abb. 1) besteht aus einem mit Eisenblech ummantelten Betontrog, welcher durch eine die Pluselektroden (Anoden) tragende Steinzeug- oder Betonplatte abgedeckt wird. Den Boden des Troges bildet ein Rahmen mit einem Eisendrahtnetz, auf welchem ein Asbesttuch liegt, und der gleichzeitig als Gegenelektrode (Kathode) dient. Unterhalb des Eisendrahtnetzes befindet sich ein Sammelraum, aus welchem sowohl der sich beim Prozesse bildende Wasserstoff (H) durch ein seitliches Rohr entweichen kann, als auch die sich ansammelnde Ätznatron- (NaOH-) Lauge (Kathodenlauge) durch einen Syphon beständig abgezogen wird. Das beim Prozesse

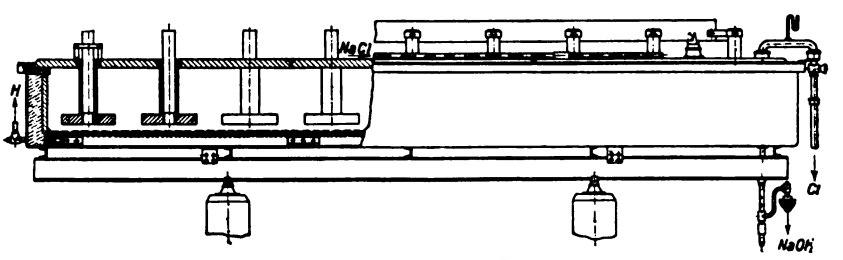


Abb. 1. Die Siemens-Billiter-Chlor-Ätznatron-Zelle.

Digitized by Google

entstehende Chlorgas (Cl) entweicht durch einen Steinzeugkrümmer, während durch ein Glas- oder Tonrohr die frische Salzsole (NaCl) dem Bade zugeführt wird. Auf das auf dem Eisendrahtnetze des Bodens ausgebreitete Asbesttuch wird der diaphragmatischen Wirkung wegen eine teigartige Mischung von Bariumsulfat und Asbest oder Asbestine ganz dünn aufgestrichen. Ein auf dem Deckel angebrachtes Manometer sowie ein Thermometer vervollständigen die Einrichtung der Zelle.

Der Vorgang in der Zelle selbst nach deren Füllung mit Salzsole und Einschalten des elektrischen Stromes spielt sich nach folgenden Punkten ab:

1. Die über dem Diaphragmaboden der Zelle befindliche Salzsole erfüllt sowohl alle Poren der aufgestrichenen Bariumsulfat-Asbest-Schicht als auch die des Asbestgewebes und befeuchtet das darunterliegende Drahtnetz. Dadurch wird dasselbe leitend mit dem Bade verbunden, d. h. der elektrische Kontakt für die Elektrolyse hergestellt.

2. Beim Durchgang des Stromes wird an den Anoden Chlorgas frei, wogegen sich an der Drahtnetzkathode unter Wasserstoffentwicklung Ätznatron (NaOH) bildet.

3. Das Chlorgas erfüllt den Raum zwischen Salzsolespiegel und Deckel und wird beständig durch den Steinzeugkrümmer abgesaugt.

4. Am Drahtnetz des Bodens hängen sich Tropfen von stark alkalischer Salzlösung an, welche jedoch von der ständig nachfließenden frischen Salzsole verdrängt und durch den im Boden befindlichen Siphon abgeleitet werden.

5. Der den Raum unter dem Diaphragmaboden erfüllende Wasserstoff wird durch ein Rohr (seitlich) abgeleitet. Diese Ableitung kann gedrosselt werden (Patent der Siemens & Halske AG.), wodurch die auf dem Asbesttuche aufgestrichene Bariumsulfat-Asbest-Schicht viel dünner gewählt oder ganz weggelassen werden kann, um solcherart den elektrischen Widerstand und damit die Spannung bzw. Kraft zu verringern.

Zusammengefaßt stellt sich der Prozeß wie folgt dar: Oben fließt frische Salzsole in das Bad zu, unten fließt die gebildete Ätznatronlauge ständig ab. Die bei den Zerlegungen von Chlorkalien stets gefürchtete Wiederzersetzung des gebildeten Alkalis wird durch die Abwärtsbewegung des Elektrolyten fast völlig verhindert. Die wenigen OH-Ionen, welche trotzdem nach den Anoden hinstreben, werden auf ihrem Wege dorthin unschädlich gemacht. Dies erfolgt durch eine dreifache ruhige Schichtenbildung des Elektrolyten, welche die Abscheidung der OH-Ionen an der Anode und damit die Wiederzersetzung des gebildeten Alkalis unter Sauerstoffentwicklung unmöglich macht. Diese drei erwähnten Schichten sind: 1. am Boden die alkalische Schicht, 2. darüber die fast neutrale Schicht, 3. in der Nähe der Anoden die saure, chlorhaltige Schicht als die spezifisch leichteste. Man kann die Stärke der Wiederzersetzung des gebildeten Alkalis aus dem CO_2-Gehalt des Chlorgases beurteilen, da der sich anomal bildende Sauerstoff die Kohlenanoden zu CO_2 verbrennt. Dieser CO_2-Gehalt beträgt in einem nach dem Siemens-Billiter-Verfahren arbeitenden Großbetriebe (4000 kg Chlorgas und 4500 kg NaOH in 24 h) kaum 2 %. Infolgedessen ergeben sich ein sehr geringer Alkaliverlust und eine sehr hohe Stromausbeute, welche in den meisten Betrieben bis 94,7 % bei 1,17 % CO_2-Gehalt im Chlorgas beträgt. Außer der hohen Stromausbeute kommen beim Siemens-Billiter-Verfahren auch noch die gute Energieausbeute (Stromstärke × Spannung) in Betracht sowie die geringen Kosten für die Unterhaltung und Wartung. Während z. B. bei dem Quecksilberverfahren die Badspannung 6 ··· 7 V beträgt, arbeitet das Siemens-Billiter-Verfahren im Großbetriebe auch bei langen Betriebsperioden mit nur 3,7 ··· 4,0 V. Manchen Fabriken kostet die elektrische Energie verhältnismäßig nur sehr wenig, und eine hohe Spannung fällt dort nicht ins Gewicht. Diese Fabriken können ihre Siemens-Billiter-Bäder ohne weiteres mit größeren Stromstärken beschicken. So arbeitet z. B. eine Sulfitzellstoffabrik mit 3000 und eine andere mit 5000 A, obgleich deren Bäder nur für 2000 A und 3,7 V gebaut wurden. In diesen Fällen steigt die Spannung auf 4,4 bis 5,2 V je nach Belastung der Anlage.

Wie verwendet man nun das gewonnene Chlorgas in der Zellstoff- und Papierfabrikation? Dazu gibt es mehrere Verfahren: 1. die Gasbleiche mit direktem Chlorgas, wobei also das Chlor den Zellen unmittelbar entnommen wird, oder 2. mit auf Eisenflaschen gefülltem und verflüssigtem Chlor, 3. die weitere Herstellung von normalem festem Chlorkalk, 4. die Herstellung von Chlorkalklösungen, 5. die Herstellung von Natriumhypochlorit.

Es gibt aber auch Fabriken, welche besondere Zellstoffe, z. B. solche für Kunstseidenfabrikation, herstellen und dazu Natriumhypochlorit am einfachsten nach dem Siemens-Billiter-Verfahren gewinnen, indem sie

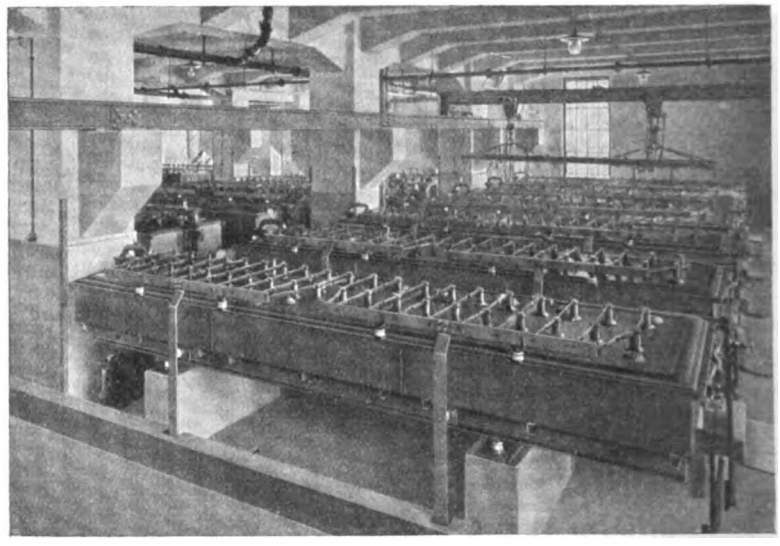


Abb. 2. Siemens-Billiter-Anlage in einer Papierfabrik.

das durch die Syphons abgehende NaOH zur Absorption des Chlorgases an Stelle der Kalkmilch benutzen. Außerdem kann im Betrieb selbst das Ätznatron Verwendung finden: 1. als Zusatz beim Kochen von Lumpen und Gespinstfasern, 2. bei der Harzleimbereitung (Seife), 3. als Zusatz zu Stärkelösungen aller Art für papiertechnische Zwecke, 4. kann man das flüssige NaOH zu festem Ätznatron eindampfen. Das aus den Siemens-Billiter-Zellen entweichende Wasserstoffgas aber ist vollständig rein und wird in wirtschaftlich geleiteten Fabriken in Gasometern aufgefangen, verdichtet und in Stahlflaschen gefüllt. Das Siemens-Billiter-Verfahren eignet sich sowohl für Natrium- als auch Kaliumchloridsole, erfordert aber einen ununterbrochenen 24stündigen Tag- und Nachtbetrieb. Für eine Betriebskostenberechnung hat man folgende Posten einzusetzen: 1. Kosten für den Kraftbedarf, 2. Kosten für Salz, Kalk bzw. Kohle, 3. Kosten für Erneuerungen, Unterhaltung, Löhne, 4. Kosten für Verpackung der gewonnenen Erzeugnisse, 5. Kosten für Tilgung und Verzinsung des Anlagekapitals.

Die Menge benötigten Salzes ist davon abhängig, welche Verwendung die Ätznatronlauge erfährt, ob sie z. B. unter Wiedergewinnung von Salz eingedickt wird oder nicht. Bei dem Verfahren zur Herstellung von „flüssigem Chlorkalk" nach Folge 4 ist der Kalkverbrauch geringer als bei der Fabrikation von „festem Chlorkalk". Eine Reihe von sehr bedeutenden Zellstoff- und Papierfabriken arbeitet heute schon mit großen wirtschaftlichen Vorteilen nach dem Siemens-Billiter-Verfahren. In Abb. 2 ist eine Chlor-Ätznatron-Anlage, System Siemens-Billiter, in einer Papierfabrik zu sehen. Die meisten dieser Fabriken liegen sehr weit von den Salzbergwerken entfernt und würden ohne dieses Verfahren auf den verlustreichen Chlorkalkbezug in Fässern angewiesen sein. Eine ganz gesonderte Stellung kommt dem Siemens-Billiter-Verfahren in jenen Zellstoffabriken zu, welche ein kombiniertes System des Zellstoffaufschlusses in Verbindung mit der Elektrolyse anwenden. Dir. Ing. E. Belani, Villach.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Die Überlandkraftwerke des Moskauer Gebiets vor dem Maximum des laufenden Jahres. — Die installierte Leistung der Kraftwerke Rußlands betrug im letzten vorrevolutionären Jahre (1916) 1 251 000 kW. Bis Ende 1932 ist diese Leistung auf 4 700 000 kW gestiegen. Infolge einer so starken Entwicklung der Energiewirtschaft mangelt es auf allen Kraftwerken an geschultem Personal, und der Betrieb verläuft mit großen Schwierigkeiten.

Besonders katastrophal liegen die Verhältnisse im Moskauer Gebiet, wo für den Herbst und Winter des laufenden Jahres mindestens 600 000 kW zur Verfügung sein sollten, die Gesamtleistung der Kraftwerke dagegen nur 545 000 kW beträgt. In Erkenntnis der bevorstehenden Betriebschwierigkeiten tagte in Moskau am 6./7. VIII. eine Konferenz, welche zur Aufgabe hatte, Maßnahmen zur Hebung der Disziplin und Besserung der Betriebsführung auszuarbeiten, damit die Energiewirtschaft noch bis zum Maximum in Ordnung gebracht werden könnte.

Aus vielen Vorträgen, welche auf der Konferenz gehalten wurden, greifen wir einige Mitteilungen aus der Zeitung „Technika" vom 9. VIII. heraus.

Im Laufe der ersten 6 Monate des Jahres 1933 erzeugten die Kraftwerke des Moskauer Gebiets infolge von 609 Havarien 2 000 000 kWh weniger, als es vorgesehen war. Von der Gesamtzahl der Havarien entfallen auf die Kraftwerke 109 Havarien und auf die Netzanlagen 500. Es gibt Kraftwerke, auf welchen ein Drittel aller Havarien durch die Schuld des Betriebspersonals hervorgerufen wurden. Besonders kennzeichnend für die Betriebsverhältnisse der Kraftwerke ist die Tatsache, daß das Kraftwerk I in Moskau (früher Gesellschaft für elektrische Beleuchtung vom Jahre 1886), auf welchem noch lange die ehemalige Disziplin aufrecht erhalten werden konnte, in 26 Tagen 50 Havarien zu verzeichnen hat.

Abgesehen von dem erwähnten Mangel an Disziplin und geschultem Personal sind die meisten Kraftwerke und ihre Netze verhältnismäßig wenig mit neuzeitlichen Schutzeinrichtungen ausgerüstet, so daß über 22 % von Ausschaltungen auf fehlerhaftes Wirken der Relais zurückzuführen sind. Sogar auf dem großen Torfkraftwerk Schatura (180 000 kW) sind 3 Generatoren mit einem Erdschlußschutz versehen, welcher erst bei einem Erdschlußstrom von 2000 A statt der zulässigen 100/150 A zur Wirkung gelangt.

Die nächsten Monate werden zeigen, ob die Beschlüsse der Konferenz zur Besserung der Betriebsverhältnisse etwas beitragen können. Daß auf Grund der Zeitungsmeldung den russischen Kraftwerken ein sehr schweres Betriebsjahr bevorsteht, ist Tatsache. Th. Sauer.

Aufnahme von Resonanzkurven mittels Oszillographen. — Resonanzkurven werden gewöhnlich durch punktweise Aufnahme bestimmt. Diese Methode gibt aber erst nach der Aufnahme aller Einzelpunkte einen Überblick über die Gestalt der Kurve. Schneller führt das nachstehend beschriebene Verfahren der Aufnahme der Kurven mit Oszillographen in einer besonderen Anordnung zum Ziel, da man hier jederzeit wie bei der Aufnahme mit der Braunschen Röhre die ganze Kurve vor sich hat, u. zw. den ganzen Verlauf derselben durch eine kleine Drehung des Abstimmkondensators in beliebiger Größe.

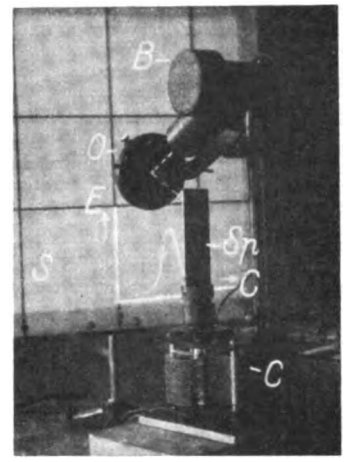


Abb. 1. Oszillograph und Drehkondensator mit aufgesetztem Spiegel.

Die Anordnung besteht gemäß Abb. 1 aus einem Oszillographensystem *O* mit möglichst kurzer Eigenschwingungsdauer, über das von der Beleuchtungsquelle *B* her ein Lichtstrahl geleitet wird. Dieser Lichtstrahl wird nun nicht direkt von einem Schirm *S* aufgefangen, sondern erst über einen auf die Achse des Drehkondensators *C* oder des Variometers aufgesetzten länglichen Spiegel *Sp* geführt. Die Ablenkungsebenen des Oszillographenspiegels und des auf der Drehachse sitzenden Spiegels stehen senkrecht aufeinander. Die elektrische Schaltung ist am vorteilhaftesten nach Abb. 2 mit Hilfe einer Art Röhrenvoltmeter vorzunehmen. Die Anordnung *I* stellt einen in normaler Dreipunktschaltung arbeitenden Sender dar, im vorliegenden Fall eine Wellenlänge von 120 m ausstrah-

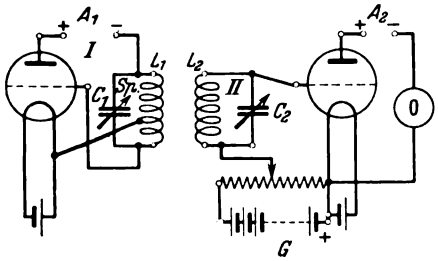


Abb. 2. Schaltung zur Aufnahme von Resonanzkurven.

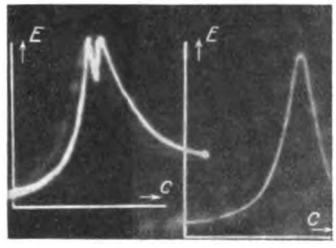


Abb. 3. Resonanzkurve bei fester (links) und loser Kopplung der Kreise.

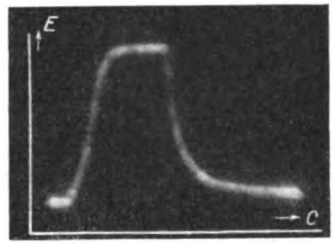


Abb. 4. Bandfilter-Resonanzkurve.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Flugzeug-Kompaß-Fehler und ihre Kompensation. — Die große Geschwindigkeit und Manövrierfähigkeit der Luftfahrzeuge stellen an die Richtungszeiger infolge Beschleunigung, Eigenperiode und Flughöhe andere und größere Anforderungen, als dies bei den Instrumenten für die Wasserschiffahrt der Fall ist, und fordern daher die Lösung neuer Probleme. Eine Zusammenstellung des Schrifttums bringt die vorliegenden Flugzeug-Kompaß-Konstruktionen der Magnetnadeltype, der elektromagnetischen und der Kreiselkompaß-Type. Es werden dann die Ursachen der Fehlweisung entwickelt und zahlenmäßig angegeben. Eine neue Apparatur, bestehend aus einem mit Gyroskop elektrisch gekuppelten elektromagnetischen Kompaß, wird beschrieben. Die beginnende Abweichung von der auf Teilscheibe einstellbaren Kursrichtung wird an einem hochempfindlichen Gleichstromgalvanometer am Steuerbrett angezeigt. Die Apparatur selbst ist an beliebiger Stelle im Flugzeug eingebaut. (J. D. Tear u. E. J. Lawton, Gen. electr. Rev. Bd. 34, S. 265.) *Schö.*

Digitized by Google

Gleichrichterröhre ist gemäß der Anodenspannung so weit negativ zu machen, daß man am unteren Knick der Röhrenkennlinie arbeitet. Gleichzeitig wird durch die negative Gittervorspannung der Röhre eine weitgehende Verminderung der Beeinflussung des Schwingkreises durch die nachgeschaltete Röhre erreicht. Mit Hilfe eines geeichten Drehkondensators und der Röhrenkennlinie läßt sich die Anordnung eichen.

Abb. 3 und 4 zeigen einige mit einem der gebräuchlichen Oszillographen aufgenommene Resonanzkurven von einfachen Schwingkreisen und Bandfilterkreisen. Auf der Abszisse ist die Kapazität des Kreises, auf der Ordinate die am Schwingkreis *II* auftretende Spannung aufgetragen. Beim Bandfilterversuch wurde der Einfachheit halber der Drehkondensator des Senders mit dem aufgesetzten Spiegel versehen.

Die oben beschriebene Anordnung läßt sich zur Bestimmung aller Kennlinien anwenden, bei denen die eine Achse aus einer elektrisch direkt meßbaren Größe, die andere aus einer abgeleiteten, mechanisch veränderbaren Größe besteht. Ist die zweite Größe ebenfalls direkt elektrisch meßbar, so kann an Stelle des zweiten Spiegels ein zweites Oszillographensystem treten. — Die Versuche wurden im Hochfrequenzlaboratorium der höheren technischen Staatslehranstalt Kaiserslautern von den Verfassern durchgeführt. A. Meir und R. Hinkelmann.

Bahnen und Fahrzeuge.

Elektrische Lokomotiven im Cleveland Union Terminal. — In Cleveland (Ohio) wird seit zwei Jahren die 27 km lange, eine Gleislänge von 90 km umfassende Strecke Collinwood—Linndale mit Gleichstrom von 3000 V betrieben. Die 22 Personenzuglokomotiven befördern nicht nur die durchlaufenden, bis zu 1300 t schweren Züge der New-Yorker Zentralbahn, sondern besorgen auch den schweren Verschiebedienst auf den ausgedehnten Bahnhofsanlagen westlich und östlich vom innerstädtischen Union-Hauptbahnhof, so daß besondere Güter- und Verschiebelokomotiven entbehrt werden konnten. Die Lokomotiven haben folgende Kenndaten: Bauart $2\,C_0\,C_0 2$, Dienstgewicht 190 t, Reibungsgewicht 142 t, Gewicht des elektrischen Teils 65,5 t. Treibrad/Laufrad-Durchmesser 1220/915 mm, Zugkraft dauernd 13 900 kg/h bzw. 11 570 kg bei Geschwindigkeiten von 59,5 bzw. 62 km/h, entsprechende Leistung der 6 General-Electric-Motoren 3060 bzw. 2660 PS am Radumfang, doppelseitiges Zahnradvorgelege 74 : 27. Die Dauerleistung wird bei künstlicher Kühlung mit $6 \cdot 77 = 462$ m³ Luft/min innerhalb der zulässigen Erwärmung nach amerikanischen Bahnnormen erhalten. Die elektropneumatische Steuerung schaltet 3 Hauptgruppierungen mit je 2 Feldschwächstufen, die eine jeweilige Drehzahlerhöhung um etwa 34 % gestatten. (Electr. Engng. Bd. 52, S. 96.) *Mal.*

Dieselelektrische Lokomotive für Siam. — Die z. Z. leistungsfähigste dieselelektrische Schmalspurlokomotive, über die hier kurz berichtet wurde[1], ist vor einiger Zeit in den Dienst der Siamesischen Staatsbahnen gestellt worden. Die meterspurige Lokomotive besteht aus 2 kurzgekuppelten Fahrzeugen, Bauart $2\,D_0 + D_0 2$, mit Treibraddurchmesser 1050 mm. Das insgesamt 19 m lange Fahrzeug hat ein Dienstgewicht von 126 t. Jede der 8 Treibachsen ist mit einem Oerlikon-Tatzenlagermotor von 90 kW/h bei 21 km/h mit Eigenlüftung ausgerüstet, so daß insgesamt 720 kW/h zur Verfügung stehen. Das sich ergebende spezifische Leistungsgewicht von 175 kg/kW ist trotz seiner Höhe für dieselelektrische Fahrzeuge klein, da bisherige Ausführungen Gewichtsziffern von 200 ··· 360 kg/kW Stundenleistung am Radumfang zeigten. Im Kasten jeder Lokomotivhälfte ist ein 516 kW (700 PS)-8-Zylinder-Viertakt-Dieselmotor für eine Nenndrehzahl von 600 aufgestellt, der den angeflanschten Gleichstromgenerator nebst Hilfsmaschine antreibt. Der Dieselmotor kann mittels elektropneumatischer Steuerventile vom Fahrschalter aus auf die Drehzahlen 600, 500 und 350 eingeregelt werden und wird durch den Hauptgenerator von einer Akkumulatorenbatterie aus angelassen. Durch Abstellen eines der beiden Dieselmotoren mit Hilfe eines elektropneumatischen Brennstoff-Abstellventils läßt sich eine weitere Leistungsabstufung erreichen. Die Fahrgeschwindigkeit wird in üblicher Weise durch Leonard-Schaltung geändert. Je 4 Achsmotoren werden von einem Generator aus in Parallelschaltung gespeist. Der Wirkungsgrad der elektrischen Übertragung ist etwa 82 % im Hauptfahrbereich zwischen 25 und 40 km/h. Die Anfahrzugkraft kann auf über 16 000 kg (Stunden-Zugkraft am Radumfang 12 500 kg) gesteigert werden. Die Hilfsmaschine dient zur Erregung und außerdem zum Betriebe sämtlicher Hilfseinrichtungen, wie Wasserumlaufpumpe und Rückkühllüfter des Dieselmotors, eines Luftpressers, des Bremsluftsaugers und zum Aufladen der Anlaß- und Lichtbatterie. Letztere versorgt sämtliche Hilfsbetriebe auch selbständig, da auf längeren Gefällen und bei Aufenthalt in Bahnhöfen die Dieselmotoren stets abgestellt werden. Der Führerstand zeigt außer den üblichen Luft- und Handbremsgriffen und einem für beide Dieselsätze gemeinsamen Anlaß- und Abstellschalter nur 2 Hebel, einen für die Fahrtwendung und grobe Leistungseinstellung, den andern für feinere Spannungsabstufung. An Meßgeräten sind nur ein Teloc-Geschwindigkeitsmesser zur Kontrolle der Höchstgeschwindigkeit von 45 km/h und 2 Generator-Stromzeiger zur Zugkraftkontrolle vorhanden. Die Lokomotive, deren dieseltechnischer Teil durch die Erschwernisse des Tropenklimas bei der Bemessung der Kühlanlage besondere Rücksichtnahme verlangte, befördert in der Ebene Anhängelasten von 800 t, die auf Steigungen von 15 ‰ etwas herabgesetzt werden. (Bull. Oerlikon 1933, S. 756.) *Mal.*

[1] ETZ 1933, S. 65.

Bergbau und Hütte.

Lichtsignale im Lokomotivbetrieb unter Tage. — Von der Deutsche Telephonwerke und Kabelindustrie AG., Berlin, wird für Bergwerke unter Tage eine Anlage gebaut, mittels der den Lokomotivführern von mehreren entfernten Stellen (Steigerabteilung, Blindschacht, Bremsberg usw.) aus Rufsignale nach einer Zentralstelle gegeben werden, um anzuzeigen, daß sie dort mit den Leerwagenzügen hineinfahren sollen, um einen beladenen Zug abzuholen (Abb. 5). Die Rufzeichen erfolgen optisch durch Aufleuchten eines der rufenden Stelle zugeordneten Lampenfeldes bei der Zentralstelle. Im Vorbeifahren muß dann der Lokomotivführer, nachdem er davon Kenntnis genommen hat, wohin er fahren soll, die dem Lichtfelde zugeordnete Löschtaste betätigen, wodurch das Signal gelöscht wird. Um entsprechend dem Eingange der einzelnen Rufe eine geordnete Befolgung derselben sicherzustellen, ist dafür Vorsorge getroffen, daß stets nur der zuerst betätigte Kontakt das Signal erscheinen läßt, so daß immer nur ein Licht brennt. Erst nach Bedienung dieses Rufes folgt dann das in der Zeit nachfolgende Rufzeichen. Auf diese Weise ist die Gewähr dafür vorhanden, daß die einzelnen Stellen der Reihenfolge nach entsprechend den Zeitpunkten des Eingangs der Meldesignale bedient werden (Signalaufspeicherung und Einzelwiedergabe der Reihenfolge des Eingangs entsprechend). Die Einrichtung hat sich gut bewährt und ermöglicht einen flotten Betrieb, weil jede Lokomotive dorthin fährt, wo sie tatsächlich gebraucht wird. Die Anlage kostet 3000 RM und erspart täglich diejenigen Leute, die in der Lokomotivstrecke die Lokomotivführer nach den einzelnen Arbeitspunkten verteilen mußten. Größere Ausnutzung der Lokomotiven und die Unfallverhütung der aus der Lokomotivstrecke entzogenen Personen sind weitere Vorteile. Zu der Anlage werden benötigt a) je 1 Drucktaste an den Enden der Bremsberge, Gesenke oder an den Orten der Zusammenstellung, b) 1 Lichtmeldetafel mit je einem Lichtfeld für die vorhandenen Rufstellen, c) 1 Relaiskasten und 1 Abstell-Druckknopfkasten mit so viel Abstelltasten (Löschtasten) wie Meldestellen vorhanden sind; letztere Geräte werden zusammen an der Zentralstelle angebracht.

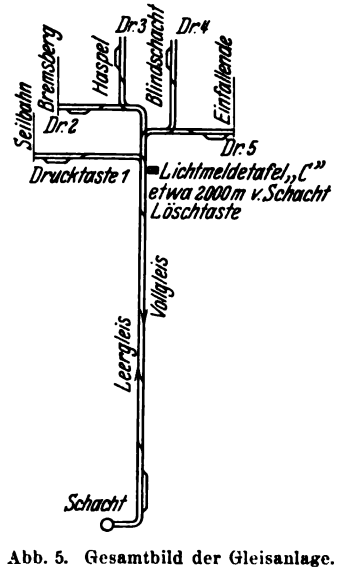
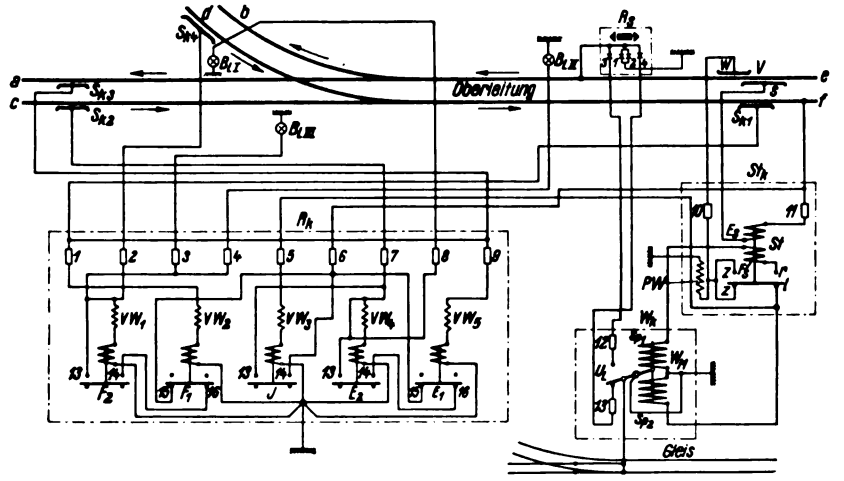


Abb. 5. Gesamtbild der Gleisanlage.

Bei einem selbsttätigen elektrischen Weichenstellwerk, Bauart SSW, werden Richtungssignale und eine Lichtblockierung verwendet; Abb. 6 zeigt das Schaltbild. Soll die Weiche mit Abzweig nach rechts befahren werden, so wird der Verbundkon-

Digitized by Google

takt V mit eingeschaltetem Fahrschalter befahren. Dann fließt der Motorstrom von f über die Sicherung *11* durch die obere Spule E_a des Steuerschalters St zum Steuerkontakt S und durch den Stromabnehmer und den Motor zur Erde. Hierdurch wird der Anker des Steuerschalters magnetisch angezogen und seine oberen Kontakte z sowie r werden überbrückt. Sobald der Weichenkontakt W befahren wird, fließt ein Strom: Oberleitung e, Weichenkontakt W (durch Überbrückung des Stromabnehmers), Sicherung *10*, Steuerkontakte z—r, untere Spule F_a des Steuerschalters, Spule Sp_1 des Weichenstellmagneten W_M zur Erde. Der Anker des Weichenstellmagneten wird angezogen und die Weiche dadurch auf Richtung „Abzweig nach rechts" umgelegt. Zwangsläufig wird dadurch der Lichtumschalter U_L umgestellt. Die Lampen *1, 2, 4* im Richtungsignal R_s leuchten auf und zeigen die Lage der Weiche für die Richtung „Abzweig nach rechts" an. Soll die Weiche mit Abzweig nach links befahren werden, so wird der Verbundkontakt V mit ausgeschaltetem Fahrschalter befahren. Der Steuerschalter arbeitet nicht. Sobald jedoch der Weichenkontakt W durch den Stromabnehmer berührt wird, wird durch den Stromabnehmer die Verbindung der Oberleitung mit dem Weichenkontakt hergestellt und dadurch ein Stromkreis: Oberleitung e, Weichenkontakt W, Sicherung *10* (15 A), Steuerkontakt z—l, untere Spule Sp_2 vom Weichenkontakt W_M zur Erde. Der Anker des Magneten wird angezogen und die Weichenzunge nach links umgelegt. Auch der Lichtumschalter U_L wird umgeschaltet. Die Lampe *3* leuchtet auf und zeigt an, daß die Weiche auf „Abzweig nach links" gestellt ist. Im Richtungsignal sind 4 Lampen vorhanden; die beiden mittleren, parallel und



W_k Weichenstellkasten St_k Steuerkasten PW Parallelwiderstand *12, 13* Umschaltkontakte R_k Relaiskasten *1 ··· 9* Sicherungen für 2 A E_1, E_2, F_1, F_2, J Relais *13 ··· 16* Relaiskontakte $VW_1 ··· VW_5$ Vorschaltwiderstände

Abb. 6. Schaltbild des selbsttätigen elektrischen Weichenstellwerkes mit Lichtblockierung.

unmittelbar zwischen Oberleitung und Erde geschaltet, brennen stets und erleuchten den mittleren Querstrich des Richtungssignals (Abb. 7). Wenn aus irgendeinem Grunde die Zunge der Weiche die Endlage nicht erreicht, so wird auch der Lichtumschalter nicht ganz umgelegt und die der Fahrtrichtung zugehörigen Lampen *3* und *4* leuchten nicht auf. Das Brennen der mittleren Lampen (*1* und *2*) allein zeigt dann dem Lokomotivführer eine Störung an. Die optische Licht-Blockanlage dient zur Verkehrsregelung an der Gleiskreuzung. Sie soll einen Zusammenstoß der Züge in der Weiche oder bei der Gleiskreuzung verhindern. Die Blockierung geschieht durch rote Blocklichter, $B_{LI} ··· B_{LIII}$ in Abb. 6 (in der Fahrtrichtung gesehen vor der Kreuzungstelle), deren Einschalten durch die Oberleitungs-„Einschaltkontakte" Sk_4 oder Sk_5 bei den Fahrtrichtungen von d nach f und c nach f und für die Richtung von e nach a durch den Weichenkontakt S erfolgt. Die Weichenstellvorrichtung erspart die bei angestrengtem Betriebe unbedingt notwendigen Lokomotivbegleiter zum Einstellen der Gleisweichen. Der Einbau von 6 Stellwerken in einer Strecke kostete einschließlich Anbringung an Ort und Stelle 13 000 RM. (Grondziel, Elektr. im Bergb. Bd. 6, H. 7.) *Sgm.*

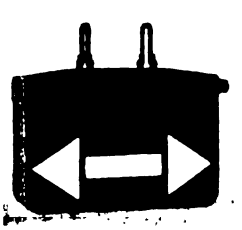


Abb. 7. Fahrtrichtungssignal.

Landwirtschaft.

Ein statistischer Bericht zur Elektrisierung der französischen Landgemeinden. — Le Génie civil bringt einen Auszug aus einem Bericht des französischen Ackerbauministeriums über die Elektrisierung der ländlichen Gemeinden bis 1932[1]. Danach kann man in jedem Departement drei Gruppen unterscheiden: A. Gemeinden mit öffentlichem Leitungsnetz, das ohne Mitwirkung des Ackerbauministeriums[2] errichtet ist, B. Gemeinden, die, noch ohne ein solches Netz, dieserhalb die Hilfe des Ministeriums nachgesucht haben, und C. solche, bei denen beides anfangs 1932 noch nicht der Fall war. Für diesen Zeitpunkt ergibt sich folgende Übersicht über die Lage in ganz Frankreich:

Gruppe	Zahl der Gemeinden	Prozent der Gesamtzahl	Einwohner Mill	Prozent der Gesamtbevölkerung	mittlere Einwohnerzahl je Gemeinde
A	12 175	32	29.623	70,8	2 430
B	25 093	66	12.019	28,7	480
C	736	2	0.197	0,5	270
Summe	38 004	100	41,839	100	1 100

Da in Gruppe A die bestehenden Netze im allgemeinen nur die Hauptverbrauchszentren versorgen, daher die Elektrisierung der ländlichen Bezirke den Wunsch nach ministerieller Beihilfe rechtfertigen kann, sind hier die Bau- und Betriebspläne vorweg durch die bereits vorhandenen Verteilungsanlagen bedingt. Von den 12 175 Gemeinden dieser Gruppe hatten anfangs 1932 noch 6823 (56 %) ländliche Gebiete zu beliefern, deren Bevölkerung etwas über 3 Mill, d. s. 10 % der Gesamteinwohnerzahl dieser Gemeinden, ausmachte. 19 530 Landgemeinden bezogen zu jener Zeit Strom aus mit Hilfe des Ministeriums erbauten Netzen, d. s. 78 % der 25 093 Gemeinden der Gruppe B. In letzterer finden sich Départements, wo weniger als 50 % der Gemeinden und weniger als 15 % der Bevölkerung jedes Départements an ländlichen Netzen interessiert sind, und sodann solche, in denen dieses Verhältnis 75 bzw. 50 % überschreitet. Zu den ersteren zählen die Seine sowie gewisse Industriegebiete, zu letzteren die landwirtschaftlichen Départements im Westen und Südwesten, soweit sie nicht von den industriellen Netzen der Pyrenäen erreicht werden. Im ganzen umfaßte die öffentliche Stromverteilung Frankreichs anfangs 1932 rd. 39 300 Gemeinden (1927: 31 000) oder 94 % aller mit 31,705 Mill Einwohnern (1927: 18,210) bzw. 83,4 % der Gesamtzahl.

Die Art der Betriebsführung ist bei den örtlichen Gemeinschaften (collectivités) — es handelt sich hier um 22 360 Gemeinden mit insgesamt 10,807 Mill Einwohnern — verschieden. Man findet Regiebetriebe der Départements, Gemeinden oder interkommunaler Syndikate nur in 1627 Gemeinwesen (7,2 %) mit 1 Mill Einwohnern (9,2 %) und anderseits in 20 733 Gemeinden (92,8 %), die eine Bevölkerung von 9,8 Mill (90,8 %) haben, Konzessionen, deren eine geringe Anzahl von landwirtschaftlichen Kollektivgesellschaften ausgenutzt wird, während in 19 564 Gemeinden gewöhnliche Gesellschaften oder Industrielle die Konzession besitzen. Die eine solche erteilende Behörde ist in über 72 % aller Fälle ein interkommunales Syndikat, oft eine einzelne Gemeinde, selten dagegen der Staat; nur das Département Sarthe hat alle ländlichen Netze unmittelbar selbst konzessioniert.

Insgesamt werden auf je 1 km Leitungsnetz (Hoch- und Niederspannung) 36, je Transformatorenstation 165 und je in diesen installiertes kVA 19 Bewohner elektrisch versorgt; 42,5 % aller Leitungen entfallen auf Hochspannung. Der jährliche Stromverbrauch stellt sich in Mittel-

[1] Notes et documents statistiques sur l'électrification rurale. Annales du Ministère de l'Agriculture, 62. fasc. 1932.
[2] Vgl. auch ETZ 1933, S. 41.

Digitized by Google

und Westfrankreich auf 10 ··· 20 kWh je belieferten Einwohner, er überschreitet 20 kWh im Norden, Osten, teilweise auch Südwesten und beträgt in einigen Départements sogar mehr als 40 kWh. (L. Fèvre, Génie civ. Bd. 102, S. 181.) *fm.*

Fernmeldetechnik.

Dämpfungsmessung an Spulen mit Eisenkern bei Hochfrequenz. — Die Induktivitäten werden für niedrige und mittlere Frequenzen (Tonfrequenz) fast ausnahmslos mit Eisenkern ausgeführt, die Spulen der Hochfrequenzkreise dagegen bis vor kurzem als Luftspulen. Der Grund für den verschiedenen konstruktiven Aufbau von Niederfrequenz- und Hochfrequenzspule liegt in dem raschen Ansteigen der Eisenverluste mit wachsender Frequenz. Sie bewirken in Hochfrequenzschwingungskreisen eine unzulässige Vergrößerung der Dämpfung (Verlustwiderstand), gleichbedeutend mit „Selektivitätsverminderung". Erst in letzter Zeit ist es gelungen, durch besonders feine Unterteilung des Eisens ein Material, das „Ferrocart" zu erhalten[1], das auch bei sehr hohen Frequenzen (Größenordnung 10^6 Hz) verlustarm ist. Die Verwendung solcher Eisenkernmaterialien in Hochfrequenzspulen bringt wesentliche Vorteile: Bei gleicher Induktivität werden wegen der größeren Permeabilität des Magnetikums die äußeren Abmessungen kleiner, man erhält kleinere Windungslängen, also kleinere Kupferverluste. Bei geeigneter Bemessung ist die Abnahme der Kupferverluste größer als die durch Verwendung des Eisenkerns verursachte Zunahme der Eisenverluste. Ein weiterer Vorteil ist die geringere Streuung der Eisenkernspulen. Bei Abschirmung solcher Spulen kann man mit dem Abschirmbecher sehr nahe an die Spule herangehen (wenige Millimeter), ohne eine unerwünschte Zunahme der Dämpfung durch Wirbelströme im Abschirmkörper befürchten zu müssen, besonders wenn, was praktisch stets der Fall ist, die Ferrocartspule als Toroidspule ausgeführt wird.

Mißt man in Abhängigkeit von der Wellenlänge Resonanzwiderstand $L/R_v C$ und Verlustwiderstand R_v eines Schwingungskreises mit Ferrocartspule bzw. Zylinderspule als Induktivität, so erhält man folgendes Ergebnis: Der Resonanzwiderstand des Kreises mit Ferrocartspule ist von der Wellenlänge wesentlich weniger abhängig als der Resonanzwiderstand des Kreises mit Zylinderluftspule, z. B. ändert sich bei einer Induktivität der Ferrocartspule bzw. der Zylinderspule von 135 µH und einer veränderlichen Kapazität bis maximal 500 µµF im Gebiet von 150 ··· 530 m der Resonanzwiderstand des Kreises mit Zylinderluftspule von 70 000 ··· 198 000 Ω, dagegen der mit Ferrocartspule von 85 000 ··· 115 000 Ω. Letzterer gibt also die konstantere Verstärkung beim Zusammenbau mit einer Verstärkerstufe. Weiter ergibt sich, daß für größere Schwingungskreiskapazitäten der Kreis mit Ferrocartspule den größeren Resonanz-, also den kleineren Dämpfungswiderstand besitzt, während bei sehr kleinen Schwingungskreiskapazitäten (z. B. Anfangskapazität eines 500 µµF-Drehkondensators) der Verlustwiderstand des Schwingungskreises mit Ferrocartspule größere Werte zeigt als der mit Zylinderluftspule. In dem für Rundfunkzwecke benutzten Wellenband zeigt bei geeigneter Bemessung der Kreis mit Ferrocartspule kleineren Verlustwiderstand als der mit Zylinderluftspule. (H. Frühauf, Hochfrequenztechn. Bd. 40, S. 214.) *Sb.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Induktivitätskoeffizienten von Teilstromkreisen und ihre Anwendungen. — Bei der Berechnung von Leitungsanlagen aller Art wie auch bei der Ermittlung der Verluste in den Bleimänteln von Kabeln sind die Koeffizienten der Selbst- und Gegeninduktivität von ausschlaggebender Bedeutung; es sei hier nur auf die Arbeiten von Dunsheath und Arnold hingewiesen[2]. Die bisher verwendeten Induktionskoeffizienten beziehen sich auf vollständige Stromkreise. Um nun die Wirbelstromerscheinungen zu berücksichtigen, führt A. Russell die sogenannten partiellen Induktionskoeffizienten ein. Für zwei Stromkreise A_1 und A_2 mit den Strömen i_1 und i_2 gelten bekanntlich für den magnetischen Fluß die Gleichungen

$$\Phi_1 = L_{11}\, i_1 + L_{12}\, i_2 \quad \text{und} \quad \Phi_2 = L_{22}\, i_2 + L_{21}\, i_1 .$$

Die hierin vorkommenden Induktionskoeffizienten der Selbst- und Gegeninduktivität sind „vollständige" Koeffizienten, denn sie beziehen sich auf zwei vollständige Stromkreise. Die bei der numerischen Berechnung im allgemeinen übliche Annahme, daß die Stromdichte über den Querschnitt konstant sei, darf jedoch in manchen Fällen (großer Leiterquerschnitt im Vergleich zu den sonstigen Abmessungen, hohe Frequenz u. a. m.) nicht gemacht werden; in solchen Fällen sind die L_{11}, L_{12} usw. keine Konstanten mehr.

Zur Ableitung der partiellen Koeffizienten betrachtet man ein Leiterbündel von n Leitern großer Länge mit den Strömen i_1, i_2 usw. bis i_n. Dann gelten die Beziehungen $i_1 + i_2 + \cdots + i_n = 0$ und $\Phi_1 = \Phi_{11} + \Phi_{12} + \cdots + \Phi_{1n}$. Da Φ_{1k} proportional i_k ist, kann man schreiben $\Phi_{1k} = l_{1k}\, i_k$, worin l_{1k} eine Konstante ist, nämlich der partielle Induktionskoeffizient zwischen dem ersten und $k$ten Leiter bei Gegenwart der übrigen Leiter. In der Regel ist $l_{pq} \neq l_{qp}$. Im Fall zweier paralleler, an ihren fernen Enden miteinander verbundener Leiter, wo also $i_1 = -i_2$ ist, erhält man

$$\Phi_1 = l_{11}\, i_1 + l_{12}\, i_2 , \qquad \Phi_2 = l_{22}\, i_2 + l_{21}\, i_1$$

und, wenn mit Φ der Gesamtfluß bezeichnet wird,

$$\Phi = \Phi_1 - \Phi_2 = (l_{11} + l_{22} - l_{12} - l_{21})\, i_1 = L\, i_1 .$$

L ist die vollständige Selbstinduktivität des aus den beiden Leitern gebildeten Kreises und setzt sich wie angegeben aus den Teilkoeffizienten l_{11} usw. zusammen.

Es werden nun in der Originalarbeit für einige Fälle die partiellen (l_{11} usw.) sowie die vollständigen Induktionskoeffizienten L abgeleitet, u. zw. für zwei parallele kreiszylindrische Leiter mit den Innen- und Außenradien a_1, a_2 bzw. b_1, b_2 und dem Achsenabstand c sowie für zwei Zylinder, von denen der eine den andern umhüllt, mit den entsprechenden Bezeichnungen der Radien. Im ersteren Falle ist nur dann $l_{12} = l_{21}$, wenn $a_2 = b_2$, während a_1 und b_1 in diese Werte nicht eingehen. Für den Grenzfall $a_1 = 0$ (massiver Leiter) wird $L/l = 2 \ln c^2/a_2\, b_2 + 1$ in cm, wobei l die Leiterlänge in cm bedeutet; für den zweiten Grenzfall ($a_1 = a_2$ und $b_1 = b_2$), d. h. wenn die Leiter aus Röhren von verschwindend kleiner Wandstärke bestehen, wird $L/l = 2 \ln c^2/a_2\, b_2$. Hierbei ist stets gleichmäßige Stromdichte über den ganzen Querschnitt angenommen. In dem bereits genannten Fall zweier umhüllender Zylinder ist $l_{12} = l_{21}$, wenn die Zylinder koaxial sind. Es zeigt sich ferner, daß die Größe $\lambda_2 = l_{22} - l_{21}$, welche die effektive Selbstinduktivität des äußeren Zylinders genannt wird, stets negativ ist, d. h. für den Belastungstrom eine kapazitive Wirkung ausübt. Betreffs der Werte für L/l bei umhüllenden Zylindern einschließlich der Grenzfälle (massiver Innenleiter bzw. verschwindend geringe Wandstärke des Außenleiters) muß auf die Originalarbeit verwiesen werden, Die Formeln für L/l stimmen mit den entsprechenden von Maxwell bzw. Raleigh ermittelten überein. Der Verfasser zeigt dann an einigen Beispielen (Energieübertragung durch Doppelfreileitung bzw. konzentrische Leitungen aus 2 oder 3 Leitern), in welchen Fällen die obige Annahme konstanter Stromdichte im ganzen Querschnitt statthaft ist und wann der sog. Hauteffekt auftritt, von obiger Annahme also abgegangen werden muß. Die Bezeichnung „Hauteffekt" hält Russell für ungeeignet, ebenso „Wirbelstromeffekt", da der Effekt nicht nur von den geometrischen Abmessungen der Leiter, sondern auch von ihrer Leitfähigkeit sowie von der Frequenz und der Richtung der Ströme abhängt. Er schlägt die Bezeichnung „Heaviside-Effekt" vor. An einer Reihe von Beispielen wird dann die Anwendung der partiellen Induktionskoeffizienten bei der Berechnung der in metallischen Mänteln von Leitungen induzierten Verluste gezeigt. (A. Russell, J. Instn. electr. Engr. Bd. 69, S. 270.) *Eg.*

Über die Leitfähigkeit von reinen Flüssigkeiten. — Ziel der Arbeit war, die Versuchsflüssigkeit (Hexan) weitgehend zu reinigen. Das im Handel erhältliche Hexan hat die spezifische Leitfähigkeit 10^{-12} A cm/V cm². Diese Probe wurde folgendermaßen behandelt: 1. Trocknung mit Phosphorpentoxyd; 2. Filtration durch feinstes Glasfilter von Schott & Gen., Jena, in das Destillationsgefäß, in dem saubere Elektroden untergebracht sind, ohne die Flüssigkeit mit feuchter Luft in Berührung zu bringen; 3. elektrische Reinigung (Einwirkung von Gleichspannung); dadurch werden a) die Suspensionen, die kleiner als die Porenweite des Filters sind, an die Elektroden abgeführt und da festgehalten und b) die elektrolytischen

[1] Näheres über Ferrocart s. ETZ 1932, S. 1206.
[2] Vgl. ETZ 1929, S. 685; 1930, S. 1561.

Digitized by Google

Beimengungen aufgezehrt; 4. Destillation; die Vor- und Nachdestillate werden entfernt. Nach wiederholter Destillation und elektrischer Behandlung stellt man fest, daß die Leitfähigkeit der Flüssigkeit kleiner wird und sich schließlich einem konstanten Wert $\lambda_{sp} = 10^{-19}$ Acm/Vcm² nähert. Die Elektroden, die Destillationsanlage und das Versuchsgefäß waren extrem rein, trocken und mit reinstem Hexan ausgespült (spez. Leitf. $= 10^{-19}$ Acm/Vcm²). Auf diese Weise gereinigtes Hexan wurde nachher für die Untersuchung der Stromleitung bei hohen elektrischen Feldstärken und der Vorgänge in der Grenzschicht zwischen Metall und Flüssigkeit (Kontaktspannung) benutzt. (A. Nikuradse, Z. physik. Chem. Abt. A Bd. 155, H. 1, S. 59.) *Sb.*

Sichtbarmachung von Äquipotentiallinien im elektrischen Feld. — Wird eine angewärmte Glasplatte, deren eine Seite mit Elektroden beklebt ist, auf der anderen Seite mit Kohlepulver bestäubt und an die Elektroden Wechsel- oder Gleichspannung von 4 ··· 6 kV gelegt, so ordnet sich das Pulver so an, daß Äquipotentiallinien sichtbar werden (Abb. 8), angedeutet durch schmale pulverfreie Bänder mit beiderseitigen Staubwällen. Nicht jede Kohle ist geeignet; auch mit Graphit und Kupferoxyd gelingt der Versuch.

Da die Pulverteilchen unregelmäßige Form besitzen, ist eine Anordnung quer zu den Feldlinien infolge kleinerer Dielektrizitätskonstante der Teilchen nicht anzunehmen. Der Verfasser erklärt die Erscheinung unter Heranziehung des großen Adsorptionsvermögens der Kohle, infolge dessen eine Ladung der Teilchen auftreten kann. Er greift hierbei auf die von ihm verfochtene, zur Deutung der Spannungsverteilung in Isolierstoffen aufgestellte Theorie zurück (Grenzionen, Ergänzungsionen an den Wänden der Poren des Stoffes). Daß die Aufladung des Pulvers nicht durch den Zerstäubungsvorgang hervorgerufen wird, zeigt der negative Ausfall des Versuches z. B. mit Schwefelblume. Die Anordnung der geladenen Teilchen in Staubwällen längs staubfreien Bändern wird durch terrassenförmige Ausbildung der Spannungsverteilung erklärt. (P. Böning, Z. techn. Phys. Bd. 12, S. 50). *nkl.*

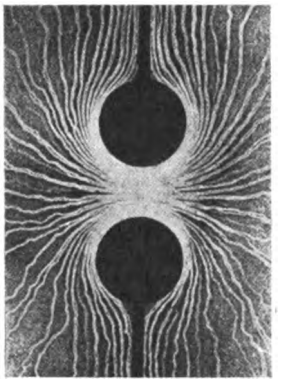


Abb. 8. Mit Kohlepulver sichtbar gemachte Äquipotentiallinien.

Hochspannungstechnik.

Die Durchbruch-Feldstärke der Luft im gleichförmigen Felde bei Spannungstoß. — Zur Untersuchung der statischen Durchbruch-Feldstärke der Luft im gleichförmigen Felde wurden Maxwell-Rogowski-Elektroden[1] verwendet. Das wichtigste Kriterium für die Gleichförmigkeit des Feldes ist die Abwesenheit eines Polaritätseinflusses. Die Untersuchung der Polarität des Durchbruchs kann in einfacher Weise mit Hilfe von Staubfiguren (Mennige und Kolophonium) erfolgen. Eine statistische Auswertung der auf diese Weise mit Wechselspannung von 50 Hz gemessenen Durchbruchspolaritäten ergab die Polaritätsunabhängigkeit der Elektroden im Untersuchungsbereich ($s = 1 \cdots 16$ cm). In ähnlicher Weise ergibt die Untersuchung mit Stoßspannungen mit Hilfe der Staubfiguren einen Einblick in das Polaritätsverhalten. Auch hier ist der polaritätsunabhängige Elektrodenabstands-Bereich fast der gleiche wie bei Wechselspannung. Bei größeren Abständen erfolgt der Durchbruch bei positiver Polarität der ungeerdeten Elektrode. Weiterhin ist für eine genaue Spannungsmessung der Zustand der Elektrodenoberfläche von entscheidender Bedeutung. Als geeignetes Reinigungsverfahren ergab sich: fein schmirgeln, ölen und mit Leder scharf polieren. Die Karborundreste werden durch das Öl entfernt. Auf Faserfreiheit der Oberfläche ist besonders zu achten. Mit Hilfe dieser Verfahren zur Fehlerausschließung wurde die Durchbruch-Feldstärke der Luft bei Atmosphärendruck und Spannung von 50 Hz, bei einpoliger Erdung, mittels eines Spannungsmessers nach Chubb im Bereich $s = 1 \cdots 16$ cm bestimmt. Die Werte liegen rd. 1 ··· 2 % unter den Werten von Schumann und Ritz. Die Durchbruch-Feldstärke wird im untersuchten Bereich durch die empirische Näherungsformel

$$E_d = 23{,}85\,\delta + \frac{7{,}85}{\sqrt{s}}\sqrt{\delta} \text{ in kV/cm}$$

beschrieben.

Für das Verhalten von Meßentladungstrecken bei Spannungstoß ist in Hinblick auf die ausgedehnte Verwendung von Kugelfunkenstrecken zur Messung von Stoßspannungen die Kenntnis des Stoßverhältnisses im gleichförmigen Felde bei größeren Elektrodenabständen von Wichtigkeit. Die untersuchten Elektroden hatten bis zu Spannungstößen der Steilheit $S = 9{,}3 \cdot 10^8$ kV/s bei beiden Polaritäten ein Stoßverhältnis von 1,00 ··· 1,04. Meßfunkenstrecken arbeiten demnach unter Einhaltung sauberer Versuchsbedingungen bis zu diesen Steilheiten im untersuchten Abstandsbereich genügend verläßlich. Ein Widerspruch zwischen diesem Befund und den Erfahrungen von Viehmann[1] liegt nur scheinbar vor. Das Stoßverhältnis im gleichförmigen Felde ist vom relativen Spannungsanstieg abhängig. Dieser ist der reziproke Wert der Zeit, welche die Spannung braucht, um den statischen Durchbruchswert zu erreichen. Physikalisch dürfte es sich um eine Zunahme der Beteiligung von Raumladungen am Bildungsmechanismus mit zunehmendem Abstand handeln. Vorstromzeit und Aufbauzeit müßten sich demnach fast linear umgekehrt mit der Spannungsteilheit ändern. Dies steht im Einklang mit Messungen bei Hochfrequenz. (W. Holzer, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 12, S. 865.)

Chemie.

Die Magnesiumerzeugung aus Fluoridbädern auf elektrischem Wege. — Ausgangstoff für die Gewinnung von Magnesium aus Magnesiumfluorid ist durch Rösten von guten Magnesiten erhaltene Magnesia. Der Elektrolyt wird aus einem komplexen Bad von Fluoriden gebildet, u. zw. vollzieht sich an der Anode folgende Reaktion zwischen dem Fluor und der Magnesia: $2\,F + MgO = MgF_2 + O$. Der Elektrolyt hat folgende Bedingungen zu erfüllen: Sein Gehalt an Magnesiumfluorid muß im Vergleich zu den anderen Bestandteilen des Bades zwecks Erhaltung eines reinen Magnesiums hoch genug sein. Er darf dann auch keine Bestandteile enthalten, die leichter elektrolysierbar sind als das Magnesiumfluorid. Weiter muß der Elektrolyt einen genügenden Flüssigkeitsgrad besitzen, damit sich die Elektrolyse bei möglichst tiefer Temperatur vollzieht. Bei zu hohen Temperaturen wächst nicht allein der Anodenabbrand bei gleichzeitiger Bildung von Kohlenoxyd, sondern die Ofenleistung wird auch merklich geringer. Damit der Flüssigkeitsgrad des Bades anderseits zwecks Vermeidung einer teigigen Masse noch genügend hoch ist, darf unterhalb einer Temperatur von 900 ° C nicht gearbeitet werden. In einem Bad, das z. B. aus 34 % Magnesiumfluorid, 13 % Calciumfluorid, 34 % Bariumfluorid, 4 % Natriumfluorid, 1 % Magnesia, 14 % Kieselsäure besteht, kann man bei 1050 ° C leicht die Elektrolyse bei hoher Ausbeute an Magnesium vornehmen.

Ein in Frankreich für diese Zwecke benutzter Ofen ist kreisrund und von großem Durchmesser zwecks Verwirklichung möglichst schwacher anodischer Stromdichten. Die Kathode ist von großem Umfang, innen hohl und mit einem Wärmeschutzmittel gefüllt, so daß das auf die Kathode niedergeschlagene Metall nicht überhitzt wird, auch dann nicht, wenn man mit einer höheren Badtemperatur im Interesse des Dünnflüssigkeitsgrades des Bades arbeitet. In der Regel sammelt sich das Magnesium gut an, und die Bildung eines metallischen Nebels wird auf das Geringste eingeschränkt. Man hat versucht, die anodischen und kathodischen Kammern möglichst voneinander zu trennen, wenigstens in den Zonen, in denen die Erzeugnisse der Elektrolyse, Fluor und Magnesium, aufeinander treffen könnten. Zu diesem Zweck ist das kathodische System mit einer Abkühlungsvorrichtung ausgestattet. Im industriellen Betrieb ergaben sich folgende Daten: Verbrauch an anodischer Kohle (amorphem Kohlenstoff) 1,1 kg, an Magnesia 1,9 kg, an Fluoriden 0,4 bis 0,5 kg, auf 1 kg Magnesium kamen 65 kWh bei 13 V. (F. Ravier, Chim. et Ind. Bd. 27, S. 31.) *Kp.*

[1] W. Rogowski, Arch. Elektrotechn. Bd. 12, S. 1 (1923).

[1] H. Viehmann, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 253 (1931).

Digitized by Google

Verschiedenes.

16. Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde. — Die Tagung fand am 17. und 18. VI. in Berlin statt. In den Vorträgen waren die fortgesetzten Bemühungen gekennzeichnet, die Geheimnisse im Aufbau der Metalle zu erforschen, um sie dem Bedarf bei den ständig steigenden Ansprüchen anzupassen. Die Einwirkung katalysatorischer und wärmetechnischer Maßnahmen ist dabei von größter Bedeutung. Die Erprobung der Werkstoffe wird ihrer Beanspruchung in der Praxis besser angepaßt, indem der Wechselbeanspruchungs-Versuch an Bedeutung gewinnt. Die Elastizitätsgrenze wird an Stelle der Zugfestigkeit maßgebend bei der Beurteilung eines metallischen Werkstoffs. Prof. Dr. Ludwik, Wien, führt alle Vorgänge bei der Verformung metallischer Werkstoffe durch mechanische oder thermische Einflüsse auf Gleitflächenblockierungen und Gitterspannungen einheitlich zurück, die auch für die Beziehungen zwischen Dämpfungsfähigkeit und Kerbempfindlichkeit von Bedeutung sind. Zu ermitteln ist die Abhängigkeit der Dauerfestigkeit von der Größe der Vorspannung, von Kerb- und Korrosionseinflüssen, um die Hochwertigkeit und Eigenart der metallischen Werkstoffe richtig erfassen und auswerten zu können. Dr. Masing, Berlin, regte zum Studium der für die Praxis wichtigen „umgekehrten Blockseigerung" an, zu der er selbst auf verschiedene Erklärungsmöglichkeiten einging. Prof. Tammann, Göttingen, hatte einen Beitrag zur eutektischen Kristallisation geliefert, die für die Feinheit der Gefüge gegossener Stücke technische Bedeutung hat.

Aus der Metallpraxis gab Dr. Schmidt, Bitterfeld, einen Überblick zu Verbesserungen des Elektronmetalls auf Grund neuer Studien am Einkristall. Bei der technischen Verformungsarbeit ist eine Temperatur über 225 ° und möglichst langsame Ausführung zweckmäßig. Beim Pressen und Schmieden können durch richtige Unterbindung spontaner Rekristallisation nahezu gleiche Streck- und Quetschgrenze erreicht werden. Beim Schmieden empfiehlt sich, hierzu ein gewisses Pilgerschrittverfahren anzuwenden, beim Walzen dies nur auf das Auswalzen gepreßter Schienen zu beschränken. Sehr sorgfältige Glühbehandlung ergibt feinstes Korn, um die Streckgrenze zu erhöhen. Sehr gute Ergebnisse zu den Festigkeitseigenschaften zeitigt wiederholte Kaltwalzung. Bei Richtvorgängen an Blechen und Stangen können sich verschiedene Verhältnisse der Streck- zur Quetschgrenze ergeben, wenn nicht Torsionsspannungen vermieden werden. Der Kerbempfindlichkeit des Elektronmetalls ist bei Konstruktionen Rechnung zu tragen. Dr. Brenner, Berlin-Adlershof, wies darauf hin, daß das schon vor 30 Jahren bekanntgewordene Magnalium heute erst in den Werkstoffen Hydronalium, BS-Seewasser, Duranalium praktisch verwendbar ist. Bleche und Bänder aus Legierungen mit etwa 7 % Mg und 0,5 % Mn weisen im geglühten Zustande eine Festigkeit von 32 ··· 36 kg/mm² bei einer Dehnung von 20 ··· 15 % auf. Die Streckgrenze ($\sigma_{0,2}$) liegt bei 15 ··· 20 kg/mm². Steigerungen bis auf 60 kg/mm² Zugfestigkeit bei entsprechendem Mg-Gehalt sind möglich. Hydronalium hat besonders hohe Korrosionsbeständigkeit gegen Seewasser- und Witterungsangriff, die höher als die des Reinaluminiums (99,5 %) und etwa mit der rostfreier Stähle vergleichbar ist. Elektrische Punktschweißungen lassen sich gut ausführen, Nahtschweißungen besonders bei Material mit 7 % Mg. Gut ausgeführte autogen geschweißte Nähte haben Festigkeiten bis zu 100 % der Blechfestigkeit gehabt. Nietungen werden mit Nieten ausgeführt, die 2 % weniger Mg haben als das Blech.

Dr. Thomas, Berlin, sprach u. a. zu den neuen praktischen Auswertungen der thermischen Eigenschaften des Aluminiums (Alfol-Isolierung, VDM-Heizkörper usw.) und zu seinem Verhalten in bezug auf Emission und Absorption von Wärmestrahlen, das durch Aufbringen einer künstlich verstärkten Oxydschicht (Eloxal) auf das Metall sehr verbessert werden kann; z. B. ist das Material für die Oberflächenveredlung anderer Stoffe geeignet, besonders des Bakelits, mit dem es gleichen Ausdehnungskoeffizienten hat, so daß Verwerfungen nicht eintreten können. Neue Platten zur Herstellung feuersicherer Kabinen auf Schiffen u. a. O. mit Al-Überzug sind in Vorbereitung; Schiebetüren zum selbsttätigen Öffnen und Schließen wurden entwickelt, an rauchgassicheren Legierungen, Lagerlegierungen, genügend festen Schweißlegierungen wird gearbeitet. Nach Feinmessungen von Prof. v. Schwarz, München, sind die Werte der Elastizitätsgrenze selbstveredelnder Al-Zn- und Al-Cu-Legierungen drei- bzw. zweimal so hoch wie bei der deutschen Legierung, ohne daß der Gußquerschnitt einen nennenswerten Einfluß hat. Die Ausführungen von Prof. v. Zeerleder, Neuhausen, zur Warmfestigkeit und Warmhärte verschiedener Aluminiumlegierungen bei langandauernder Erwärmung (bis 270 Tage) zeigten, daß hartgezogenes Kupfer schon bei 77 ° einen Festigkeitsrückgang von 45 auf 34 kg/mm², Reinaluminium und Aldrey wesentlich geringeren Abfall und Anticorodal und Avional nach anfänglich geringem Abfall merklichen Festigkeitsanstieg haben, während bei 160 ° alle Proben merkliche Festigkeitseinbußen aufwiesen. Die Untersuchungen sind für den Freileitungsbau von Interesse, wo in den Drähten durch Strom- und Sonnenerwärmung Temperaturen von 70 bis 100 ° auftreten können. Nach Dr. Schaarwächter, Altena i. W., verschwindet graphitisches Silizium im Aluminium nach kurzer Glühdauer bei 580 ° und schneller Abkühlung, womit ein solches im Vorwalzstadium homogenisiertes Aluminium deutlich korrosionsbeständiger wird.

Dr. Hessenbruch, Hanau, führte in seinem Vortrage „Über Berylliumlegierungen" die Kontrazit-Legierung (60 ··· 65 % Ni, 15 % Cr, 7 % Mo, Rest Fe) an, bei der mit 0,6 ··· 1 % Be-Zusatz selbst bei Temperaturen von 500 ° die Vergütungshärte von 500 Br.E. über lange Zeiträume erhalten bleibt. Dies ist wichtig für die Herstellung von Federn. Hohe Warmfestigkeit und Kriechgenze, Säurebeständigkeit, große Härtewerte bei großer Zähigkeit, gute Kaltverformung vor der Vergütung zeichnen den neuen Werkstoff aus. Nach Dr. Heusler ist der Magnetismus bei den Mn-Al-Cu-Legierungen auf Kristallstruktur zurückzuführen. Mit der Zunahme der Alterung ist eine starke Zunahme des Magnetismus vorhanden, der auch mit zunehmendem Mn-Gehalt steigt. Durch besondere Maßnahmen läßt er sich herabsetzen. Dr. Dahl, Berlin, hat weiter die starke Abhängigkeit der magnetischen Eigenschaften der Fe-Ni-Legierungen von der Wärmebehandlung verfolgt. Fe-Ni-Legierungen mit 50 bis 85 % Ni besitzen hohe Permeabilität bei schneller, wesentlich geringere bei langsamer Abkühlung. Hiermit sind Änderungen des elektrischen Widerstands verbunden. Der Verlauf der Härte, des elektrischen Widerstandes, der Permeabilität, der Koerzitivkraft wurde bei verschiedenen Ni-Gehalten mit steigender Temperatur gezeigt, wobei auch der Permalloy-Effekt in Erscheinung tritt. Die Auswirkung von Ausscheidungstoffen kann trotz grundsätzlich gleichen Verlaufs auf die magnetischen und mechanischen Eigenschaften sehr verschiedenartig sein.

Zu „Lagerbronzen und ihre Normung" führte Dr. Vom Ende, Berlin, aus, daß mit der Verfeinerung in der Herstellung der Lagerbohrung die Verwendung der Bronze als Lagermetall zugenommen hat, die für höhere Drücke und Temperaturen (250 kg/cm² und 200 °) besser geeignet ist als Weißmetall. Nach neueren Erkenntnissen bei Versuchen über die Laufeigenschaften der Bronzen, die im engen Zusammenhang mit dem Gefüge stehen, wird empfohlen, im Normblatt 1705 G Bz 14 und 10 durch G Bz 12 und 8 zu ersetzen. Die von Bühler im Röhrenwerk Caro zu Wien entwickelte 8 %ige gezogene Bronze hat sich bei hoher Druckbeanspruchung als hervorragend erwiesen, da ihr Gefüge einen dünnen Ölfilm hält, der hohe Drücke aushält, und das Öl an den stark ausgeprägten Gleitlinien gut haftet.

Abschließend sei noch erwähnt, daß Dr. Ostermann, Menden, durch Versuche die Betriebsergebnisse bei dem RWE (Goldenbergwerk) nach Reuter 1931 bestätigt gefunden hat, daß grobkörnige Kondensatorrohre in der Messinglegierung 70/29/1 korrosionsbeständiger als feinkörnige sind. Es handelte sich um einen schwachen, ziemlich gleichmäßigen Angriff, der sich von der Zerstörungsart beim Lochfraß grundsätzlich unterscheidet. Nach der Aussprache ist diese Frage immer noch ungeklärt. Die Korngröße dürfte nicht ausschlaggebend für die Güte der Rohre sein. A. Przygode.

Dezimalklassifikation. — Die 2. Ausgabe der Internationalen Dezimalklassifikation, von der die drei ersten Bände (die Haupttafeln) in den Jahren 1927 bis 1929 in Brüssel erschienen sind, ist jetzt durch die Herausgabe des vierten Bandes zum Abschluß gekommen. Dieser Band ist im Bezugspreis für die Gesamtausgabe enthalten und umfaßt die Hilfstafeln sowie den alphabetischen Index, der allein einen Umfang von 500 Seiten hat. Außerdem ist auch eine Kurzausgabe des gesamten DK-Systems erschienen, die Einleitung, Erklärung des Systems, Gebrauchsanweisung, Auszug aus dem systematischen Teil und alphabetisches Register umfaßt.

Digitized by Google

AUS LETZTER ZEIT.

Funkfernsprech-Versuche zwischen Deutschland und Japan. — Seit Anfang Juli finden zwischen Berlin und Tokio Funkfernsprech-Versuche statt als Vorbereitung für einen kommerziellen Funkfernsprech-Verkehr mit Japan, der nach Fertigstellung der neuen japanischen Sende- und Empfangsanlagen, vermutlich März 1934, eröffnet werden soll; letztere werden von der neu gegründeten International Radiotelephone Company (Kokusai Denwa K. K.) in der Nähe von Tokio errichtet. Vorgesehen ist für den Europaverkehr ein Sender mit 20 kW Antennenleistung und mit Richtantennen für 18 910, 14 910, 11 430 und 7510 kHz. Vorläufig werden für die Versuche die vorhandenen Sende- und Empfangsanlagen der japanischen Verwaltung (Sender in Kemikawa, Empfänger in Iwatsuki, beide in der Nähe von Tokio) benutzt, auf deutscher Seite die Sende- und Empfangsanlagen der DRP (Sender in Nauen, Empfänger in Beelitz). Nach anfänglich unzureichender Verständigung trat Anfang August eine merkliche Besserung ein, so daß seither wiederholt Versuchsgespräche mit ausreichender, teilweise sogar guter Verständigung geführt werden konnten. Die Versuche erstreckten sich auch auf die Anwendung von Geheimhaltungschaltungen. Beabsichtigt ist, die Versuche bis zur Eröffnung des kommerziellen Verkehrs nach Fertigstellung der neuen japanischen Einrichtungen weiter fortzusetzen.

Neue Bahnaufträge. — Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft hat für die jetzt in Angriff genommene Elektrisierung der Strecke Augsburg—Nürnberg 18 Lokomotiven der von den SSW für Augsburg—Stuttgart ausgebildeten Bauart Bo-Bo im Rahmen des Arbeitsbeschaffungsprogramms in Auftrag gegeben. 16 dieser Lokomotiven werden mit Expansionsschaltern ausgerüstet. — Für die z. Z. in Buenos Aires im Bau befindliche Untergrundbahnstrecke Constitucion—Retiro (5,5 km) sind die SSW mit der Lieferung von 15 Zugeinheiten, je aus 1 Triebwagen und 1 Steuerwagen für Normalspur bestehend, beauftragt worden. Die Triebwagen erhalten 4 Fahrmotoren, je 115 kW, 1500 V. Der Strom wird mit Rücksicht auf die hohe Spannung durch Oberleitung, nicht durch dritte Schiene zugeführt. — Die brasilianische Bahngesellschaft Ferro Oeste de Minas erteilte den SSW einen Auftrag auf 8 Gleichstrom-Lokomotiven Bo-Bo, 1 m Spur, 1500 V, je 4 · 180 kW, ferner auf Lieferung von 4 Gleichrichter-Unterwerken je 500 kW mit je 3 Glasgleichrichtern sowie eines fahrbaren Unterwerks gleicher Leistung.

Hexode. — Die Telefunken G. m. b. H. teilt mit: „Entgegen allen Gerüchten teilen wir mit, daß unsere Fabrikation von Hexoden nicht ausgesetzt ist, sondern normal weiterläuft, und daß wir für die Güte unserer Hexoden die gleiche Gewähr übernehmen wie für alle Telefunken-Röhren."

Malmö—Stockholm. — Am 1. X., morgens um 7 h 48 m, verließ, wie die „D. A. Z." berichtet, der erste fahrplanmäßige, elektrisch getriebene Zug den Hauptbahnhof in Malmö und traf zur üblichen Zeit in Stockholm ein. Erst mit den Fahrplanänderungen am 15. V. 1934 wird es möglich werden, die Fahrtdauer der Züge auf dieser 600 km betragenden Strecke auf 8 h 4 min zu vermindern. Die Elektrisierungsarbeiten sind sechs Monate früher als vorausgesehen beendet worden. Auch die Kosten sind um 7 Mill Kronen geringer als veranschlagt worden war.

Neuregelung des Habilitationsverfahrens an den preußischen Hochschulen. — Wie der Amtliche Preußische Pressedienst mitteilt, hat der preußische Minister für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung Rust angeordnet, daß das Habilitationsverfahren grundsätzlich neu geregelt wird. Zur Genehmigung einer Habilitation genügt in Zukunft nicht mehr der Nachweis wissenschaftlicher Leistungen bei der Fakultät. Der Bewerber muß vielmehr auch in einem Geländesport- oder Arbeitslager mehrere Monate gedient und muß an einer Dozentenakademie einen längeren Schulungskursus durchgemacht haben. Erst nach diesen beiden Kursen beginnt dann in der bisher üblichen Weise das Habilitationsverfahren bei der Fakultät. Für das Wintersemester tritt eine Reihe von Übergangsmaßnahmen in Kraft.

Brand in der Städtischen Oper. — Am 2. d. M. war in der Städtischen Oper Berlin-Charlottenburg ein Brand im Fahrstuhlschacht entstanden, von dem das Berl. Tgblt. berichtete, daß er auf Kurzschluß zurückzuführen sei. Wie in unzähligen andern Fällen, so hat auch in vorliegendem Fall die billige Begründung des Reporters versagt. Unsere Erkundigung hat ergeben, daß das Feuer im Schacht dadurch entstand, daß das Gleitschienenfett des Möbelaufzuges in Brand geraten war. Derartige Erscheinungen haben sich manchenorts gezeigt, auch da, wo elektrische Leitungen überhaupt nicht vorhanden waren; sie beruhen auf der starken Erhitzung, die an den Gleitschienen solcher Schachtaufzüge beobachtet worden ist.

Auflösung der ISKE. — Die „Interessengemeinschaft staatlicher und kommunaler Elektrizitätswerke Deutschlands" (ISKE) hat in ihrer letzten, außerordentlichen Mitgliederversammlung den Beschluß gefaßt, sich aufzulösen in der Erkenntnis, daß heute kein Raum mehr sei für Einzelorganisationen, und daß die künftige deutsche Elektrizitätswirtschaft nur mehr zwei große Vertretungen haben soll. Diese werden in technischer Hinsicht durch die Vereinigung der Elektrizitätswerke und in Sachen der öffentlichen Wirtschaft durch den Deutschen Gemeindetag dargestellt. Die ISKE ging im Jahre 1925 aus einer Arbeitsgemeinschaft hervor, die sich anläßlich der Reichsfinanzreform gebildet hatte, um den Betrieben der öffentlichen Hand die steuerlichen Erleichterungen zu erhalten. Der Bestand der Mitgliedswerke erhöhte sich schon im ersten Jahre auf 100 und erreichte dann später durchschnittlich 180 Werke. Der Stromabgabe nach waren etwa 80 % der kommunalen Elektrizitätswirtschaft durch die ISKE vertreten.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur ordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 31. Oktober 1933, 8 Uhr abends, in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Dr.-Ing. Jungmichl über das Thema: „Grundsätzliches über Quecksilberdampf-Gleichrichter mit besonderer Berücksichtigung der Steuergleichrichter".
3. Vortrag des Herrn Dr.-Ing. Lebrecht über das Thema: „Neuerungen beim Bau von Großgleichrichter-Anlagen".

Inhaltsangabe

a) zum Vortrag des Herrn Dr. Jungmichl:

1. Ohmsches Gesetz und Stromleitung im Lichtbogen.
2. Raumladungserscheinungen.
3. Lichtbogencharakteristik und Strombildung von Anode zu Anode.
4. Steuerung des Lichtbogens mit Hilfe von Gittern.
5. Oberwellen bei gesteuerten Gleichrichtern.
6. Blindleistungsverbrauch bei Steuergleichrichtern.
7. Grundsätzliches Verhalten des Wechselrichters.
8. Der Umrichter.

Vorführung eines Lehrfilms über gittergesteuerte Quecksilberdampf-Gleichrichter. (Trickfilm über die grundsätzliche Wirkungsweise der Gitter bei Kurzschlußlöschung, Spannungsregelung, Wechselrichtung und Umrichtung.)

Digitized by Google

b) zum Vortrag des Herrn Dr. Lebrecht:

1. Konstruktiver Aufbau der Gleichrichter (Allgemeines, Anoden, Kathoden, Vakuumhaltung, Kühlung).
2. Schaltung der Transformatoren (sechsphasig, zwölfphasig).
3. Ausgeführte Anlagen mit und ohne Gittersteuerung.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können gegen Vorzeigung der Dauer-Gastkarte oder nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten können in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle gelöst werden.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Vorsitzende:
Dr. Bücher.

Besichtigung.

Am Mittwoch, dem 1. November 1933, 4½ Uhr nachm. pünktlich, findet eine

Besichtigung der Rotophot Aktiengesellschaft für graphische Industrie in Berlin SW 68, Alexandrinenstr. 110 (etwa in der Mitte zwischen Oranienstr. und Gitschiner Straße),

statt.

Treffpunkt: Vorraum zu den Direktionsräumen der Firma.

Die Zahl der Besucher ist auf 20 beschränkt. Aus diesem Grunde werden für die Teilnehmer besondere Karten ausgegeben, die in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, II) erhältlich sind.

Pünktliches Erscheinen geboten.

Wohltätigkeitsfest der Technik.

Die technisch-wissenschaftlichen Vereine in Berlin veranstalten

am Sonnabend, dem 4. November 1933, 8½ Uhr abends,

in den Räumen des Zoologischen Gartens in Berlin das

„Wohltätigkeitsfest der Technik"

und laden hierdurch zur Teilnahme ein.

Das Fest wird veranstaltet zum Besten der Unterstützungskassen der Vereine zum Zwecke der Linderung der großen Not der Fachgenossen.

Anzug: Gesellschaftsanzug.

Damenspende.

Tombola: reichhaltig.

Eintrittskarten für Vereinsmitglieder, deren Angehörige und für eingeführte Gäste kosten 5 RM, werden auf den Namen ausgestellt und können nur vor dem Fest durch die Geschäftstellen der veranstaltenden Vereine bezogen werden.

Außer den Eintrittskarten werden Platzkarten ausgegeben, und zwar

für Plätze	im	Marmorsaal, untere Logen	zu je	7	RM
„	„	„ Tische	„ „	5	„
„	„	„ Kaisersaal, Tische 1 ··· 61	„ „	2	„
„	„	„ Rote Veranda und Bankettsaal	zu je	2	„
„	„	„ Marmorsaal Logen oben, Kaisersaal Tische 62 u. folgende, Wintergarten	zu je	1	„

Bei Besuch des Festes ohne Platzkarten können keine festen Plätze reserviert werden.

Die Karten werden gegen Barzahlung oder Einsendung des Betrages auf das Postscheckkonto: Elektrotechnischer Verein Berlin Nr. 133 02 ausgehändigt.

Gastkarten werden bei Vermittlung von Mitgliedern des Elektrotechnischen Vereins ausgegeben.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover e. V. 31. X. 1933, abds. 8 h, Hörsaal 42 der T. H., Elektrotechn. Inst., Eing. Gartentor: Vortrag Reg.-Baum. Stöhr, Berlin, „Stromrichter" (techn. Grundl. u. Anwend.).

Verein deutscher Ingenieure, Berlin (Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure). 2. XI. 1933, abds. 7½ h, Gr. Hörsaal des Ingenieurhauses, Hermann-Göring-Str. 27: 2. Vortrag der Reihe „Oberflächenbehandlung": Obering. R. Klose, Eisenach, „Anstrich- und Lackierverfahren". Eintrittskarten für die ganze Reihe (4 Vorträge) sind durch die Geschäftstelle der ADB, Berlin NW 7, Ingenieurhaus, Fernspr. A 1 (Jäger) 0035, App. 94, zum Preise von 1,60 RM zu beziehen.

Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure, Berlin, gemeinsam mit dem Außeninstitut der T. H. Berlin. Vortragsreihe: Nationale Rohstoffwirtschaft. 6 Doppelstunden 6 RM. 6½ ··· 8 h, T. H., Hauptgebäude, alter Physikhörsaal.

3. XI. 1933: Prof. Dr. Durrer: Eisen,
10. XI. 1933: Prof. Dr. Guertler: Nichteisenmetalle,
17. XI. 1933: Dir. Kirchberg: Nichteisenmetallische Baustoffe (Steine, Erden, Holz, Glas),
24. XI. 1933: Geh. Reg.-Rat Hagemann: Textilien, Kurzreferate: Leder, Gummi,
1. XII. 1933: Prof. Dr. R. Krüger: Öle, Dipl.-Ing. zur Nedden: Kohle, Wasser,
8. XII. 1933: Dr. Schlabach: Nahrungsmittel (Landwirtschaft, Gärtnerei, Fischerei).

Kartenbestellungen bei der Geschäftstelle: Berlin NW 7, Ingenieurhaus, Fernspr. A 1 (Jäger) 0035, Nebenstelle 96. Karten werden nur für die ganze Vortragsreihe ausgegeben.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

H. Behn †. — Am 7. X. d. J. starb im Alter von 53 Jahren in St. Jean de Luz bei Biarritz Herr Hernand Behn nach kurzer schwerer Krankheit. Mit seinem Bruder C. S. Behn zusammen gründete er im Jahre 1920 die International Telephone and Telegraph Corporation, deren Präsident Hernand Behn war. Beide Brüder haben in Deutschland durch Beteiligung an der Standard Elektrizitäts-Gesellschaft AG. Einfluß auf die Schwachstromindustrie gewonnen.

F. Kleinsteuber †. — Am 14. IX. d. J. verstarb der Begründer der Ambroin-Werke G. m. b. H., Franz Kleinsteuber, der das genannte Werk lange Zeit als Direktor leitete. Die von ihm angebahnte Entwicklung der Isolierpreßstoffindustrie ist bekannt. Aus dem von ihm seinerzeit angegebenen Stoff Ambroin sind lange Jahre unzählige Isolationen angefertigt worden. Die Ambroin-Werke wurden 1905 in die Vereinigte Isolatorenwerke AG. umgewandelt, doch mußte Kleinsteuber 1907 infolge einer schweren Krankheit die Leitung derselben niederlegen.

LITERATUR.

Besprechungen.

Spannung — Widerstand — Strom. Eine Einführung in die Elektrotechnik. Herausg. v. d. Datsch-Lehrmitteldienst G.m.b.H. 2. verb. u. erw. Aufl. Mit 348 Textabb., 1 Modelltaf. u. 144 S. in 8°. Zu bez. durch den Herausgeber: Berlin 1933. Preis kart. 2,20 RM, geb. 3 RM.

Bereits zwei Jahre nach dem ersten Erscheinen liegt das 47. bis 57. Tausend vor: ein gutes Zeichen dafür, daß das Büchlein wirklich eine vorhandene Lücke ausfüllte. — In der neuen Auflage hat besonders die Behandlung der grundlegenden Erscheinungen und Gesetze erfreuliche Fortschritte gemacht. Die Darstellung ist eingehender und strenger geworden, die in großer Zahl vorhandenen Versuchsbeschreibungen sind weiter ausgebaut worden, so daß die Versuche leicht durchgeführt werden können und sich dabei den Erfordernissen der Praxis weitgehend anpassen. Durch ein neu geschaffenes, auf das Buch abgestimmtes Versuchsgerät wird die Durchführung der Versuche erleichtert. Die Übersicht über die große Fülle des

Digitized by Google

Stoffes ist durch stärkeres Hervorheben der Überschriften und der wichtigeren Gesetze und Vorschriften weiter gefördert worden. Im ganzen genommen hat das Büchlein nennenswerte Verbesserungen erfahren, die es noch stärker als bisher befähigen werden, in die Kreise der Laien, besonders der Schüler, richtige und zweckmäßige Anschauungen über die elektrischen und magnetischen Vorgänge und deren Anwendungen zu bringen.

F. Moeller.

Elektrisches Kochen und Heizen. Von Prof. Dipl.-Ing. M. Anthes. 2. neubearb. Aufl. Mit 30 Abb. i. Text, IV u. 120 S. in 8°. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1931. Preis kart. 3,60 RM.

Das Büchlein, das bereits in einer zweiten Auflage erscheint, soll den Elektrofachleuten, denen das Gebiet der Elektrowärme noch fremder ist, und auch der großen Zahl technisch interessierter Laien auf gedrängtem Raum einen Überblick geben. Der Begriff „Kochen und Heizen" ist dabei ziemlich weit gefaßt; werden doch hier außer den eigentlichen Koch- und Heizgeräten auch industrielle Anwendungen der elektrischen Beheizung (Glüh-, Härte-, Schmelz-, Trockenöfen, Nieterwärmer, Dampfkessel usw.) kurz behandelt. In einem Abschnitt „Anschluß und Regelung" werden unter Hinweis auf die VDE-Vorschriften neben den Gerätesteckvorrichtungen vor allem die Temperaturregler behandelt. Der Frage der zu hohen Berührungspannungen ist ebenfalls ein besonderer Abschnitt gewidmet, der nicht zutreffend „Erdung" überschrieben ist, und bei dem der Standpunkt der neuen Errichtungsvorschriften (V.E.S. 1) wohl nicht genügend berücksichtigt wird. Das Schlußkapitel „Prüfung" könnte in dem weniger Unterrichteten insofern Verwirrung anrichten, als es abwechselnd VDE-seitig vorgeschriebene Prüfungsverfahren und solche anderer Art vorschreibt. Die Aufgabe, einen guten Gesamtüberblick über das Gebiet zu vermitteln, erfüllt das Büchlein aber zweifellos. Die Beigabe einiger neuzeitlicher Bilder (z. B. Großküche mit dezentralisierter Aufstellung der Geräte, neuzeitliche Haushaltherde, Heißwasserspeicher, Waschautomaten) sowie eine Belastungskurve bzw. ein Belastungsgebirge eines Elektrizitätswerks im Abschnitt „Lastverteilung" würde sicher von vielen begrüßt werden. Auch die Wirkungsweise der Haubenkochgeräte würde durch einige Prinzipskizzen leichter verständlich werden. Bei der Behandlung der Kochplatten ist zu wenig auf die Hochleistungsplatte (genormte Leistung und Durchmesser, DIN VDE 4910) hingewiesen, auch wäre beim Heißwasserspeicher ein Hinweis auf das Normenblatt DIN VDE 4902 erwünscht. Der Beweis der Wirtschaftlichkeit des elektrischen Kochens mit Hilfe des Wirkungsgrades ist immer anfechtbar. Eine ausführliche Behandlung der durchschnittlichen Stromverbrauchszahlen je Kopf und Tag bei verschiedener Familiengröße würde hier überzeugender wirken. Das Büchlein ist aber auf jeden Fall durchaus geeignet, weite Kreise in das Gebiet der Elektrowärme einzuführen. Bei seiner bejahenden Darstellung wird es auch für die Stromwerbung gute Dienste leisten können. Dipl.-Ing. Mörtzsch.

Handbuch der Experimentalphysik. Herausg. v. W. Wien † u. F. Harms unter Mitarb. v. H. Lenz. Bd. 11, Teil 1: Elektrodynamik. Von Prof. G. Mie. Mit 210 Fig., XII u. 502 S. in gr. 8°. Akademische Verlagsges. m. b. H., Leipzig 1932. Preis geh. 43 RM, geb. 45 RM.

Als im Jahre 1910 das „Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus" von G. Mie erschien, begrüßte besonders die Elektrotechnik dieses Werk, das erstmalig die elektromagnetischen Grundgesetze vom Standpunkt der Lorentzschen Elektronentheorie aus in anschaulicher Form entwickelte, um so mehr, als es zur damaligen Zeit nur wenige für den Ingenieur brauchbare Darstellungen der elektromagnetischen Vorgänge überhaupt gab. Originell war auch der Kampf, den Mie darin gegen die „absoluten Maßsysteme" eröffnete, wobei jedoch merkwürdigerweise festzustellen ist, daß von seiten der Elektrotechniker dieser mutigen Tat Mies damals nicht durchweg volles Verständnis entgegengebracht wurde. Heute liegen die Dinge glücklicherweise in verschiedener Hinsicht anders. Die Verwirrung, die die alten Maßsysteme angerichtet haben, ist freilich noch nicht restlos verschwunden; es darf bei dieser Gelegenheit der Wunsch ausgesprochen werden, daß gerade die Elektrotechnik hier endlich ganze Arbeit tun sollte.

In dem vorliegenden Buche „Elektrodynamik", das einen Band des von W. Wien und F. Harms herausgegebenen Handbuchs der Experimentalphysik bildet, hat nun Mie eine zusammenfassende Darstellung des heutigen Standes unserer Kenntnisse von den elektromagnetischen Erscheinungen gegeben, die auch in der großen Zahl von Lehrbüchern des gleichen Gebietes ihren wohlberechtigten Platz findet. Das Buch ist in drei Hauptteile geteilt, die das magnetische Feld und den elektrischen Strom, die Kraftwirkungen des magnetischen Feldes und die elektrodynamischen Felder behandeln (das elektrostatische Feld ist in einem anderen Bande des Handbuches bearbeitet). An der Spitze jeder Beobachtung steht das Experiment; daraus werden die physikalischen Vorstellungen abgeleitet, und die Theorie erscheint lediglich als eine Zusammenfassung und nur ausnahmsweise als eine Verallgemeinerung der Beobachtungen. Es fällt angenehm auf, daß schwierige mathematische Entwicklungen dabei vollkommen vermieden sind. Eine solche Darstellung wird besonders dem Ingenieur willkommen sein, der mit allen Überlegungen bestimmte physikalische Vorstellungen verbinden muß, und für den eine rein mathematische Physik unfruchtbar ist.

Die für die elektromagnetischen Erscheinungen grundlegenden Versuche werden ausführlich beschrieben; die entsprechenden ersten Veröffentlichungen werden zitiert. Reichliche Literaturangaben finden sich auch in allen Fällen, in denen die Ergebnisse längerer Rechnungen unmittelbar angeführt sind. Im ersten Hauptteil wird das magnetische Feld „als eine Seite des mit dem Namen elektrischer Strom bezeichneten Phänomens" behandelt. Hier sind die Erscheinungen des Leitungs- und des Verschiebungstromes und der elektrischen Energieübertragung beschrieben. Besonders zu erwähnen ist eine anschauliche Ableitung des Poyntingschen Satzes.

Der zweite Hauptteil beschäftigt sich mit den im magnetischen Feld zu beobachtenden Kräften. Aus diesen wird die magnetische Induktion B definiert, wie dies heute in der Elektrotechnik bereits üblich ist. Mie nennt diese Größe jedoch „Intensität", eine Bezeichnung, die wohl zu Verwechslungen Anlaß geben kann mit der bereits gebräuchlichen Bezeichnung „Magnetisierungsintensität" für die Größe $B - \mu_0 H$. Die Größe H definiert Mie durch die Stromdichte auf einem unendlich kleinen, dem Feld gleichwertigen Solenoid. Diese Größe ist daher identisch mit der heute in der Elektrotechnik verwendeten magnetischen Feldstärke, die sich aus dem Durchflutungsgesetz ergibt; sie ist aber verschieden von der früher und z. T. auch heute noch in der Physik benutzten „magnetischen Feldstärke". Mie nennt die Größe H „magnetische Erregung". Eine solche neue Bezeichnung hat sicher viel für sich, da sie Verwechslungen mit der alten Feldstärke der Physik ausschließt. Anderseits läßt sich gegen diese Bezeichnung verschiedenes einwenden; es ist auch zu hoffen, daß die Definition der alten Physik ohnedies bald verschwinden wird.

Im zweiten Teil des Buches werden ferner die verschiedenen Verfahren zur Messung magnetischer Felder besprochen sowie die auf den magnetischen Kraftwirkungen beruhenden Meßinstrumente. An die Spitze des dritten Hauptteiles, der die eigentliche Elektrodynamik behandelt, wird die Relativität der Induktionswirkungen gestellt, aus der folgt, daß man durch Beobachtung elektromagnetischer Erscheinungen nichts über die absolute Bewegung eines materiellen Systems feststellen kann, und die ein wichtiges Fundament der Relativitätstheorie bildet. Auch in diesem dritten Hauptteil werden verschiedene technische Anwendungen behandelt. Zu erwähnen ist die von Mie benutzte Bezeichnung „Uhrzeigerdiagramm" für das Vektordiagramm, die zum Ausdruck bringt, daß es sich dabei nicht um Vektoren handelt. Das Wort läßt sich noch zu „Zeigerdiagramm" vereinfachen; seine Einführung in die Elektrotechnik erscheint empfehlenswert. Den Abschluß des Buches bildet ein sehr anschaulich dargestellter Abschnitt über die Grundlagen des Relativitätsprinzips sowie ein Abschnitt über die elektrischen Einheiten, der sich für die praktischen internationalen Einheiten einsetzt. Beim Lesen dieses Abschnitts erkennt man, wie bedauerlich es wäre, wenn sich die verschiedentlich bestehenden Tendenzen durchsetzen würden, die Definitionen dieser Einheiten wieder abzuändern um einer abstrakten Idee willen, die keinerlei wirkliche Bedeutung hat.

Das Buch wird allen, die sich mit den Grundlagen der elektromagnetischen Anwendungen vertraut machen wollen, ein ausgezeichneter Führer sein. Wenn zum Schluß noch einige Wünsche für eine zweite Auflage geäußert werden dürfen, so sind es die folgenden. Es ist bedauerlich, daß die Gleichungen zwar zum großen Teil

Digitized by Google

als Größengleichungen geschrieben sind, nicht aber als solche aufgefaßt werden; so erscheint z. B. μ_0 teils als Größe und teils als Zahl. Bei Verwendung von Größengleichungen würde sich nicht nur manche Formel vereinfachen, es würden dann auch Sätze wegfallen, wie z. B. der folgende (Seite 32): „Um die magnetische Erregung als [*H*] Gauß anzugeben, hat man den als *H* Amp/cm berechneten Wert mit 1,256 (oder $0{,}4\,\pi$) zu multiplizieren", der im übrigen noch den späteren Darstellungen widerspricht. Es wäre ferner erwünscht, daß die Formelzeichen des AEF verwendet werden. Schließlich sei noch darauf aufmerksam gemacht, daß die Fig. 133, die das induzierte elektrische Feld an einem offenen Drahtring zeigen soll, eine wesentliche Eigenschaft dieses Feldes, nämlich den senkrechten Austritt der elektrischen Feldlinien aus dem Leiter, nicht zum Ausdruck bringt.

Das Buch ist sehr gut ausgestattet und bedeutet ohne Zweifel eine wertvolle Bereicherung der Literatur.

K. Küpfmüller.

Handbuch der physikalischen u. technischen Mechanik. Herausg. v. Prof. Dr. F. Auerbach u. Prof. Dr. W. Hort unt. Mitarb. v. zahlr. Fachgelehrten. Bd. 4, 2. Hälfte: Technische Physik der festen Körper. Mit 533 Abb. i. Text, XIII u. 614 S. in gr. 8°. Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1931. Preis geh. 94 RM, geb. 98 RM.

Im Mittelpunkt des vorliegenden Bandes steht die Behandlung der stofflichen Eigenschaften fester Körper. Dem Charakter des Handbuchs entsprechend halten sich physikalische und technische Beiträge das Gleichgewicht. Die ersten beiden Beiträge über Kohäsion der Festkörper (A. Smekal) und die allgemeine geometrische Strukturtheorie der Materie bringen die theoretischen Grundlagen. In den folgenden Beiträgen werden die Ergebnisse der experimentellen Untersuchung dargestellt. Sie gliedern sich in eine geometrische Systematik der Polykristalle und ihr Verhalten im Röntgenlicht (H. W. Gonell), Wachstums- und Deformationstexturen organischer Stoffe (H. W. Gonell und O. Kratky) und Wachstums- und Deformationstexturen der Metalle (E. Schmidt und G. Wassermann). Über die technischen Eigenschaften handeln zwei Beiträge über das normale und das nicht normale Verhalten der technischen Feststoffe (R. Baumann und O. Schwenz) und ein Beitrag über Werkstoffprüfung (O. Schwarz). Außerdem behandelt der Band noch Gleichgewichtsfiguren loser Massen (F. Auerbach), Festigkeitseigenschaft der Schüttungen, Sedimente und Gele (K. v. Terzaghi) und die klassische Theorie des Erddrucks (P. Hülsenkamp.)

W. Bauer.

Electronics. Von R. G. Hudson. Mit 45 Abb. i. Text, V u. 135 S. in 8°. Verlag John Wiley & Sons, Inc., New York, und Chapman & Hall, Ltd., London 1932. Preis geb. 12/6 s.

Das Buch hat sich zur Aufgabe gestellt, einen Fernerstehenden in das Gebiet der heutigen Elektronik, d. h. einer Elektronentheorie im ganz umfassenden Sinne, einzuführen, ihn mit den Grundbegriffen vertraut zu machen, so daß er dem Gebiet Geschmack abgewinnt, sich selbst mit weiterführenden Arbeiten beschäftigt und vor allem am Fortschritt auf diesem Gebiet lebhaften Anteil nimmt. Denn daß im nächsten Vierteljahrhundert die Weiterentwicklung der Elektronentheorie einen überragenden Einfluß auf die Naturerkenntnis und vielleicht auch auf die technische Entwicklung ausüben wird, kann in Übereinstimmung mit dem Verfasser angenommen werden. Das Ziel erreicht der Verfasser durch weise Beschränkung auf das Notwendigste. Hierbei werden aber weder die einfachsten Grundlagen noch die kompliziertesten Endresultate vernachlässigt, sondern alles wird in knappen, treffenden Worten so dargestellt, daß man einen guten Überblick erhält. Den Umfang mögen kurze Stichworte aus den 11 Abschnitten zeigen: Entwicklung der Elektronentheorie, Aufbau der Materie, Leitung in Gasen, Flüssigkeiten, festen Körpern und Vakuum, Strahlung, licht- und glühelektrische Emission, elektronische Gleichrichter, Anwendungen. Zu empfehlen wäre die Anfügung weiterführender Literatur über das Gesamtgebiet und zu den einzelnen Abschnitten. Man kann dies Buch zur ersten Einführung nicht nur Studierenden und Ingenieuren im Beruf, sondern auch Fernerstehenden wirklich empfehlen.

E. Lübcke.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven/Holland, im Geschäftsjahr 1932. — Nach dem Geschäftsbericht sind die Umsätze der Gesellschaft im Jahre 1932 weiter zurückgegangen, in den ersten Monaten des laufenden Jahres dagegen haben sie ungefähr die Umsatzhöhe der gleichen Zeit des Vorjahres behauptet. Infolge von Kontingentierungsmaßnahmen und Zollerhöhungen hat sich die Gesellschaft genötigt gesehen, ihren Produktionsapparat immer stärker zu dezentralisieren, indem sie in immer mehr fremden Ländern fabrikatorische Niederlassungen einrichtet und bereits bestehende erweitert. Von Abmachungen mit ausländischen Gruppen werden die Verträge zwecks engerer Zusammenarbeit auf dem Radiogerät mit Telefunken und der International Standard Electric Corp., der Tochtergesellschaft der amerikanischen International Telephone & Telegraph Corp., hervorgehoben. Aus dem Gebiet der Glühlampenherstellung wird die im Stromverbrauch sehr sparsame Natriumlampe besonders erwähnt, deren Anwendung für öffentliche Beleuchtung bevorsteht. Das Fabrikationsgebiet von Philips ist über die ursprüngliche Glühlampenherstellung weit hinausgewachsen und umfaßt heute außerdem Rundfunkgerät aller Art einschl. Sendeanlagen, Empfangs- und Senderöhren, Tonfilm-Aufnahme- und -wiedergabeapparate, Höhensonnen, Röntgenanlagen für medizinische Zwecke wie für Materialuntersuchungen. Hinzu kommt die Fabrikation der sogenannten Philite-Erzeugnisse, das sind Kunstharzprodukte für technische wie für gewerbliche und Haushaltungszwecke, ferner die Herstellung von Schweißapparaten, Gleichrichtern, Kondensatoren, Spannungsreglern. Neu aufgenommen wurde die Herstellung von Erzeugnissen für das Verstärkergebiet im Telegraphen- und Telephonverkehr. Außerhalb der Fabrikation wird die Gesellschaft sich demnächst auf dem Tonfilmgebiet betätigen; einem holländischen Bedürfnis nach nationaler Tonfilmproduktion entsprechend hat sie Maßnahmen zur Einrichtung eines „Soundfilm-Studio" getroffen, den sie mit der gesamten Ausrüstung Interessenten zur Verfügung zu stellen beabsichtigt. Die Philips-Gesellschaft konnte das Geschäftsjahr 1932 mit einem Reingewinn von rd. 10,7 Mill RM[1] (nach Abzug von 1,7 Mill Sonderrückstellungen) abschließen gegen rd. 7,2 Mill RM 1931 (nach Abzug von 1,7 Mill Sonderrückstellungen und 3,9 Mill RM Abschreibungen auf Debitoren für Valutaverluste). Die Dividende auf die Stammaktien betrug 1932 6 % gegen 4 % im Vorjahr. Ständig zugenommen haben die liquiden Mittel, die für den gesamten Konzern von 96,1 Mill RM Ende 1931 auf 136,5 Mill RM Ende 1932 und 155,9 Mill RM Ende 1933 gestiegen sind. Diese Höhe der liquiden Mittel hat Philips zu einer Verminderung des Aktienkapitals durch eine Aktienrückzahlung in Höhe von 25 % veranlaßt. *hw.*

Aus der Geschäftswelt. — In das Handelsregister wurden eingetragen: Elektroindustrie G. m. b. H. Kirchheim-Teck, Kirchheim-Teck (30 000 RM): Herstellung und Vertrieb elektrischer und mechanischer Gebrauchsgegenstände für Industrie und Hauswirtschaft; „Polytherm" G. m. b. H., Freiburg i. Breisg. (20 000 RM): Herstellung und Vertrieb von elektromedizinischen Apparaten, Maschinen und verwandten Artikeln; Adolf Bräuer u. Co. G. m. b. H., Spezialfabrik für Röntgen- und elektromedizinische Apparate, Berlin (20 000 RM): Herstellung von Röntgen- und elektromedizinischen Apparaten und Geräten; Schlesische Hackethal G. m. b. H., Hannover (20 000 RM): Verkauf der Erzeugnisse der Hackethal Draht- und Kabel-Werke AG., Hannover, sowie aller elektrotechnischen Materialien, Maschinen und Metalle jeglicher Art.

[1] 1 RM = 0,59 hfl.

Berichtigung.

Zu dem Bericht „Fördergeräte im Braunkohlenbergbau" in H. 36 der ETZ d. J. teilt die Rheinische AG. f. Braunkohlenbergbau mit, daß der auf S. 866 beschriebene Braunkohlen-Kratzbagger sich nicht erst „seit kurzem", sondern schon seit dem Jahre 1925 in Betrieb befinde.

Abschluß des Heftes: 20. Oktober 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Isolier- und Preßstoffe in der Rundfunkindustrie.

Mitteilung der AEG.

Drei Gruppen von Isolierstoffen werden hauptsächlich in der Rundfunkindustrie verwendet: Schichtstoffe, Ölstoffe und gummifreie Preßstoffe.

Von der ersten Gruppe ist als am meisten verwendeter Werkstoff das Hartpapier mit der Bezeichnung „Preßzell" zu nennen. Die leichte Verarbeitungsmöglichkeit, das vorzügliche Isolationsvermögen und die mechanische Festigkeit sind die Gründe für die vielseitige Verwendung dieses Werkstoffes. Das Material der Klasse II nach VDE wird in stanzfähiger Qualität am meisten verwendet. Für besonders leistungsfähige Geräte wurde ein mit Preßzell Tf bezeichneter Werkstoff entwickelt, der vornehmlich für die Rundfunkindustrie bestimmt ist. Er zeichnet sich durch besonders gutes Isolationsvermögen aus. Aus Platten gestanzte Teile und Rohre für Spulenkörper werden hauptsächlich verwendet. Abb. 1 gibt eine Übersicht über die Preßzellteile, die in einem neuzeitlichen Rundfunkgerät vorkommen.

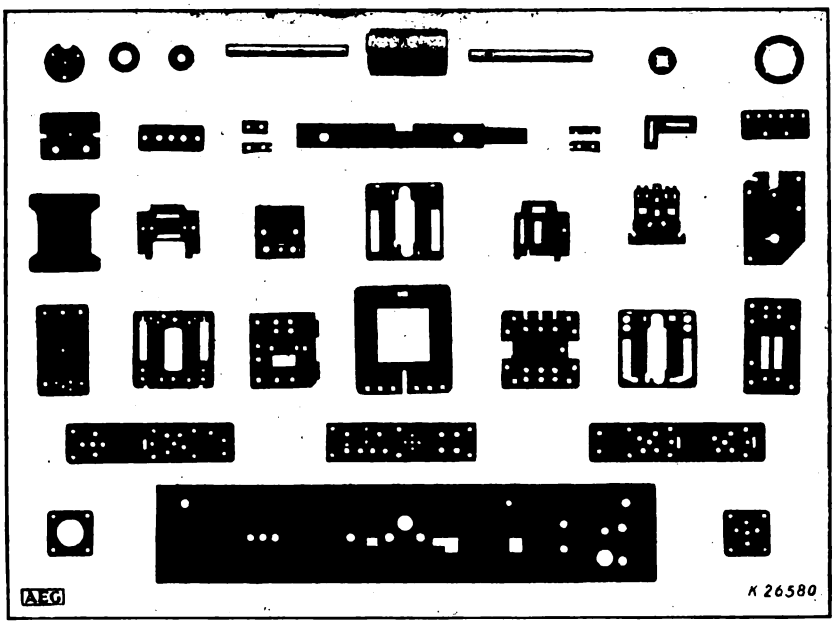


Abb. 1.
Stanzteile und Rohre aus Preßzell für einen Rundfunkempfänger.

Als andere Anwendungsgebiete in der Rundfunkindustrie seien hier die in ganz dünnen Stärken (etwa 0,10 bis 0,15 mm) hergestellten Preßzell-Zwischenlagen für Drehkondensatoren genannt. Auch in der Zubehörindustrie für Rundfunkgeräte, z. B. für Kondensatoren und Transformatoren, spielt Preßzell eine wichtige Rolle; gelegentlich wird es auch heute noch als Baustoff für Frontplatten benutzt. Hierfür liefert die AEG ihren Werkstoff Preßzell Mas, der ein hochglänzendes, vorzügliches und im Gegensatz zu Hartgummiplatten auch beständiges Aussehen hat.

Zu der Gruppe der Ölstoffe gehören die Ölpapiere, -leinen und -seiden, die als Zwischenlagen in Spulen jeder Art Verwendung finden und die in besonders großem Umfange verwendeten Isolierschläuche zum Überziehen der in den Gehäusen verlegten Leitungen. Da die Schläuche in vielen Farben und mit unterschiedlichen Kennfäden hergestellt werden, erleichtern sie die Verlegung der Leitungen nach einem bestimmten Schaltungsplan sehr. Den vielfachen Anforderungen entsprechend stellt die AEG eine Reihe in sich unterschiedlicher, insgesamt aber vorzüglicher Isolierschläuche her. Für die Rundfunkindustrie werden vornehmlich Ausführungen mit Eisengarn und Seide als Rohschlauch gewählt.

Sämtliche Schläuche sind mit einem bestens bewährten Oellack getränkt. Auch in der Zubehörindustrie werden Isolierschläuche verwendet, z. B. zum Ueberziehen von Widerständen, in Transformatoren usw.

Die Gruppe der gummifreien Preßstoffe findet in größtem Umfange in der Rundfunktechnik Verwendung. Die räumliche Vergrößerung der Rundfunkgeräte hat hier eine besonders schnelle technische Fortentwicklung gebracht. Die vorzüglichen Eigenschaften der Preßstoffe, wie gutes Aussehen, Unempfindlichkeit gegenüber atmosphärischen Einflüssen, große Festigkeit, gutes Isolationsvermögen, große Maßhaltigkeit und die Möglichkeit der Einpressung von Metallteilen waren die wichtigsten Gründe, weshalb sich diese Preßstoffe in so großem Umfange eingeführt haben. Bei Auflage großer Stückzahlen ist die Beschaffung der Preßformen, die wegen der verlangten Arbeitsgenauigkeit und der im Betriebe auftretenden Beanspruchungen nicht billig sein können, wirtschaftlich.

Fast ausschließlich wird in der Rundfunkindustrie das Preßmaterial der Type S verwendet. Für besondere Zwecke, z. B. im Senderbau, hat sich „Mycalex", Preßmaterial Type Y, eingeführt. Aus der Fülle der Anwendungsgebiete der Preßstoffe seien nur genannt: Drehknöpfe für Antennenabstimmung, für Rückkopplung und Potentiometer; Schaltergriffe und -knöpfe; Betätigungshebel; Skalenscheiben; Skalentrommeln; Wellenumschalter mit Griffen; Röhrenplatten; Röhrenfassungen; Röhrensockel. Außer diesen kleinen Einzelteilen haben sich aber in der Rundfunkindustrie besonders auch ganz große Preßteile für die Gehäuse (Abb. 2) durchgesetzt. Hier ist die Preßmasse in erster Linie Baustoff, der andere Stoffe wie Holz und Blech verdrängt. Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit sei noch erwähnt, daß Preßstoff nur für größere Reihen gleicher Geräte in Frage kommt, weil die Beschaffung der Formen eine wichtige Rolle bei der Selbstkostenberechnung spielt.

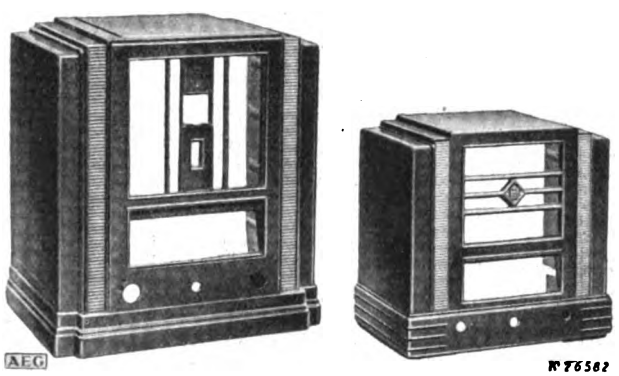


Abb. 2.
Rundfunkgehäuse aus Tenacit Type S.

Digitized by Google

Schwachstr.-Ingenieur T.H. Stuttgart, sehr gute Zeugn., 24 J., led., z. Z. in elektroakust. Labor. tätig, Erfahrung i. Hochfrequenz- u. Verstärkertechn., gut. Auffassungsgabe, energ., initiativ, ital., frz. u. engl. Sprachkenntn., sucht p. sof. od. spät. Stellg. Ang. u. E. 3706 a. d. A.-A. d. ETZ, Bln. W 9.

Dipl. Ing. u. **Dipl. Kfm.**

Spezialist in Zähler- u. Meßtechnik, Erfahr. im Bau v. Eichstationen u. Meßinstr., beste Zeugn. u. Ref., 26 J., led., Arier, Führersch. I u. 3b, sucht sich zu verändern. Ang. u. **E. 3707** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erb.

Elektroingenieur

Fernmeldetechnik, Meßtechnik, 25 Jahre, gute prakt. und theoret. Ausbildung, sucht Anfangsstellung in Büro oder Werkstatt gleich welch. Art. Angeb. an **E. Natho, Buckau, Post: Gr. Wusterwitz Land, Bez. Magdeburg.** [3708]

Für eine bedeutende Spezialfabrik elektrotechnischer Heiz- und Kochapparate wird ein **jüngerer, flotter**

Kaufmann

m. Branchekenntnis für eine entwicklungsfäh. Stellung gesucht. Angeb. mit Lichtbild u. selbstgeschriebenem Lebenslauf unt. **E. 3715** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbet.

In bester Entwicklung stehende G. m. b. H. (christl.) soll vom Konzern abgestoßen werden. Gesellschafter m. Kapital bis

RM. 100 000.—

gesucht. Gewinn beim Erwerb und lfde. Verzinsg. wird nachgewiesen. Die Werte der G. m. b. H. sind jederzeit realisierbar. Ang. u. **E. 3716** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ. Berlin W 9, erb.

Große Metallwarenfabrik

mit angegliederter Isolierstoff-Presserei sucht **patentrechtlich vollkommen geklärte Konstruktion für Fassungen aus Messing und Isolierstoff.** Ausführl. Angeb. unter **E. 3713** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Elektrotechniker

mit nachweislich abgeschlossener technischer Mittelschulbildung in der Elektrotechnik für den Außendienst unseres städtischen Elektrizitäts-Werkes, die Ueberwachung, Unterhaltung und Erweiterung des elektrischen Ortsnetzes, Installation und Beaufsichtigung der Zählereichstation

sogleich gesucht.

Bewerber müssen gründliche Kenntnisse und Erfahrungen in der Berechnung und Installation von Kraft-, Licht- und Schwachstromanlagen besitzen, diese durch mehrjährige Tätigkeit in Elektrizitäts-Werken nachweisen und sich zur Prüfung elektrischer Starkstromanlagen sowie zur Beseitigung von Radiostörungen eignen.

Nur strebsame, zuverlässige und völlig gesunde Bewerber wollen selbstgeschriebene Gesuche mit lückenlosem Lebenslauf, Zeugnisabschr. u. Lichtbild unter Angabe der Gehaltsanspr. u. des frühesten Antrittstermines umgehend einreichen. Höchstalter 35 J. Arische Abstammung ist Vorbedingung. Gesuche v. Anfängern sind zwecklos. [3719]

Magistrat Fürstenwalde (Spree).

Konstrukteur

zur konstruktiven Durchbildung von elektrischen Apparaten auf dem Gebiete des Telegraphenwesens zum baldmöglichsten Eintritt gesucht. Bewerbungen mit Angaben der bisherigen Tätigkeit u. Gehaltsansprüche u. **E. 3718** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbeten.

Zur Leitung u. Überwachung der Maschinenbetriebe, des Ausbaues des Kabel- und Dampfrohrnetzes wird für das Städt. Elektrizitätswerk mit Ferndampfwerk ein

Oberingenieur

mit abgeschlossener Hochschulbildung sofort gesucht.

Gefordert wird gute Erfahrung in Wärmekraftanlagen, auf dem ganzen Starkstromgebiet, vielleicht auch im Schwachstrom (Rundfunk). Nachweisung durch mehrjährige Praxis in leitender Stellung wird ausdrücklich verlangt.

Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften u. Auskunftsanschriften sind sofort, spätestens bis zum 6. November 1933 einzureichen. Die Anstellung erfolgt zunächst auf Privatdienstvertrag. Der Gehaltsanspruch und der früheste Antritt der Stelle sind anzugeben. Persönliche Vorstellung nur auf Anforderung. [3712]

Forst (Lausitz), den 18. Oktober 1933.

Magistrat.

Ingenieur-Vertreter gesucht

Ingenieurbüros, die das Gebiet der elektrischen Schaltapparate bearbeiten und bei solchen Fabriken, sowie Straßenbahnverwaltungen, Hütten- u. Bergwerksbetrieben gut eingeführt sind, als Vertreter für neuzeitliches, patentiertes, bereits gut eingeführtes Kontaktmaterial gesucht.

Ausführl. Angebote mit Angabe, welche Fabrikate bisher zu den Vertretungen der Bewerber zählen, erbeten unter **E. 3701** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Junger Schwachstromtechniker

für den Betrieb gesucht.

Erfahren in Schaltungsfragen und in der Fertigung schwieriger Temperaturmeßgeräte. Bewerbungen unter ausführlicher Darlegung des Bildungsganges, Nachweis der bisherigen Tätigkeit, im besonderen auf dem Gebiete der Temperatur-Meßinstrumente, Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüche unter **E. 3720** an die Anz.-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Werbetätigkeit

Stammhaus-Vertreter, welcher seit Jahren regelmäßig in Nord- u. Mitteldeutschland, Schlesien, Ostpreußen und Sachsen sämtliche Eltwerke besucht, kann noch einige ernsthafte, geeignete Vertretungen übernehmen.

Gewünscht wird außer Umsatzprovision fester Reisekosten-Zuschuß. Angebot erbeten unter **E. 3717** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Elektrodenreste [3704]
aus Grafit und Kohlen
waggonweise **billig abzugeben.**
ALEX BLANCKE G. m. b. H.
Leipzig, Nürnberger Str. 46.

Teilhaber

Bedeutende und angesehene Elektrofirma, Licht- u. Kraft-Anlagen mit angeschloss. Großhandelsabteilung, sucht zur Entlastung, wegen anderweitigen Unternehmungen Teilhaber evtl. Käufer. Ausführliche Angebote mit Angabe des verfügbaren Kapitals unter **E. 3714** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Tschechoslowakei

Techn. Berichterstattg., Interessenwahrnehmg. übernimmt Ing. **G. W. Meyer, Bodenbach a. Elbe.** [3705]

Kleinere Fabrik

mit Wasserkraft (ca. 8 PS) in sehr schöner Gegend, geeignet f. d. Herstell. von elektrotechn. Sicherungsmaterial aller Art, einschl. Maschin. u. Werkzeugen f. d. Fabr. v. Patronen, Stöpseln usw. mit guten Montagesälen, günstig z. verpachten durch **H. Becker, Wiesbaden, Wilhelmstr. 1.** [3709]

Wir haben infolge Umstellung auf mechan. Betrieb eine

40 t Handpresse

System Battenfeld,

gut erhalt., wenig gebraucht, abzugeben. Anfragen unter **E. 3710** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbet.

Kohlebürsten

Hartkohlen
Graphitkohlen
Edelkohlen
Bronzekohlen

in hervorragender Güte. Zu den günstigsten Bedingungen liefern schnellstens

A. Schmidthammer
Dynamobürsten-Fabrik
Schwabach bei Nürnberg

Verlangen Sie bitte unverbindliches Angebot.

Niedervolt-Generator [3699]

ca. 6000 Amp, 10—40 V, **zu kaufen gesucht.** Angeb. unt. **K. P. 5019** an **Ann.-Exped. Aug. Pechmann, Kassel.**

In 5 Minuten [3711]
Nichtraucher
Das größte Wunder! Erfolg garant. Ausk. kostenl.
Postfach 1
Friedrichshagen D 1067 b. Berlin

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 2. November 1933** **Heft 44**

Die Bedeutung des zweiten Gesetzes zur Verminderung der Arbeitslosigkeit für die Elektrogewerbe.

Von Dr. **Bruno Thierbach**, Beratender Ingenieur, Berlin.

Der erste Abschnitt des neuen Gesetes vom 21. IX. 1933 (RGBl. I S. 651) enthält das „Gebäudeinstandhaltungsgesetz". Dieses greift aber viel weiter als sein Name besagt; denn die in ihm in Aussicht gestellten sehr bedeutenden Zuschüsse werden seitens der Regierung nicht nur für Instandsetzungsarbeiten an Gebäuden, sondern auch für Ergänzungs- und gewisse Umbau- und Ausbauarbeiten gewährt, und zwar nicht nur an die Hauseigentümer, sondern auch an die Mieter, wenn die Arbeiten durch diese vergeben und bezahlt werden.

Bei diesem gegenüber den Bestimmungen des ersten Gesetzes vom 1. VI. 1933 wesentlich erweiterten Rahmen hat auch die Elektrowirtschaft an dem neuen Gesetz ein erhöhtes Interesse, und sämtliche Elektrogewerbe, also: Elektrizitätswerke, Elektroindustrien, Installateure und Händler können aus ihm großen Nutzen ziehen, wenn sie die Hausbesitzer und Mieter sachgemäß darüber aufklären, welche bedeutenden geldlichen Erleichterungen ihnen das neue Gesetz bietet. Allergrößte Eile aber tut Not; denn alle Arbeiten, welche auf Grund des Gesetzes Zuschüsse erhalten wollen, müssen spätestens am 31. III. 1934 vollendet sein.

Auf die finanztechnischen Bestimmungen des Gesetzes, das eine Barvergütung und eine Gewährung von Zinsscheinen vorsieht, soll hier nicht näher eingegangen werden[1]. Dagegen soll versucht werden darzutun, welche Arbeiten, Leistungen und Lieferungen die Elektrogewerbe auf Grund des Gesetzes erwarten können.

Zu den Zuschuß erhaltenden Arbeiten, die im Gesetze besonders erwähnt sind, gehören zunächst die Aufteilungen von Großwohnungen. In Berlin z. B. sind hierdurch bereits mehr als 20 000 den heutigen Verhältnissen angepaßte Kleinwohnungen entstanden; trotzdem kann auf diesem Gebiete noch viel Gutes und reiche Arbeitsgelegenheit geschaffen werden.

Alle drei Anwendungsarten der elektrischen Energie: Licht, Kraft und Wärme kommen bei der Wohnungsteilung in Betracht. Die sachgemäße Verwendung des elektrischen Lichtes kann zur Verbilligung des Umbaues und zur Erhöhung der Behaglichkeit der neu entstehenden Wohnungen viel beitragen. Schon die Grundrißanordnung kann durch seine richtige Ausnutzung stark beeinflußt werden. Bei den bekannten guten Eigenschaften der elektrischen Glühlampe bestehen keine Bedenken, Räume, welche nur zeitweise benutzt werden, ohne direktes Tageslicht zu lassen, wenn dadurch die Teilung verbilligt und verbessert wird.

Die elektrische Kraft wird eine wichtige Anwendung als Ventilatorantrieb zur Durchlüftung von Räumen finden, welche nicht unmittelbar mit der Außenluft in Verbindung gebracht werden können; auch hierdurch kann die Grundrißgestaltung wertvoll beeinflußt werden.

Bedeutende Schwierigkeiten entstehen nur zu oft bei der Teilung von Großwohnungen durch Lage und Gestalt der Treppen, und die häufig sehr unbequemen Hintertreppen müssen als Zugang der neugeschaffenen Wohnungen dienen. In solchen Fällen wird der Einbau eines elektrischen Aufzuges, wenn auch in bescheidenster Aufmachung, oft die einzige Rettung sein.

Weit mehr noch als bei der Beleuchtung und Kraftversorgung tritt die Hilfe, welche die elektrische Energie beim Umbau der Großwohnungen zu bieten vermag, bei der Deckung des Wärmebedarfes hervor. Jede Wohnungsteilung erfordert die Einrichtung einer Küche und eines Bades. Hier bieten der elektrische Herd und der Heißwasserspeicher die ideale Lösung, da ihr Anschluß nur geringfügige Stemm- und Durchbruchsarbeit erfordert. Dem Architekten wird ein weit größerer Spielraum bei der Küchenprojektierung geboten.

Auch die Heizung macht bei den Wohnungsteilungen infolge fehlender Schornsteine oder Abzüge oft größte Schwierigkeiten, so daß die Elektrogewerbe auch hier bisweilen helfend einspringen werden; die Elektrizitätswerke werden gut tun, für solche Ausnahmefälle auch Ausnahmetarife zu bewilligen.

Bei den Umbauarbeiten selbst werden die Elektrogewerbe gleichfalls Arbeitsgelegenheiten finden. Die Umbauten erfordern besondere Rücksichtnahme auf die Umgebung. Man wird diejenigen Arbeitsmethoden bevorzugen, welche möglichst wenig Geräusch, Staub und Schmutz verursachen sowie schnelle Arbeit leisten, Eigenschaften, die den Elektrogeräten in besonders hohem Maße eigen sind. Man denke nur an das elektrische Schweißen im Gegensatz zum Nieten[2].

Als Ergänzungsarbeiten im Sinne des Gesetzes ist auch die Modernisierung von Altwohnungen anzusehen, welche trotz aller heute erforderlichen und geübten Sparsamkeit den Anforderungen der Mieterschaft doch nicht mehr genügen. Auch hier werden es vor allem die Lieferungen und Arbeiten der Elektrogewerbe sein, welche mit einfachen Mitteln und geringen Kosten diese Wohnungen wieder vermietbar machen.

Instandsetzungen werden den Elektrogewerben gleichfalls viel Arbeit einbringen, da, wie auch der Aufruf der Berliner „Elektrofront" darlegt, die elektrischen Installationen in den letzten Jahren aus Geldmangel stark vernachlässigt worden sind und dringend der Wiederherstellung bedürfen. Diese Arbeiten werden indes im Einzelfalle keine so großen Kosten verursachen, daß die Inanspruchnahme des neuen Gesetzes sich lohnen würde. Für Ausbau- und Ergänzungsarbeiten aber wird das Gesetz, wenn es nicht zu eng ausgelegt wird, einen äußerst lebhaften Anreiz bieten.

Nach den bisherigen Veröffentlichungen (vgl. z. B. die Ausführungen von Staatssekretär Reinhardt) wird es allerdings notwendig sein, daß die führenden Vertretungen der Elektrogewerbe, also: die Vereinigung der Elektrizitätswerke, der Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie und der Reichsverband des deutschen Elektro-Installateurgewerbes sich an maßgebender Stelle genau darüber unterrichten, in welchen Fällen das Gesetz anwendbar ist, damit sie ihre Mitglieder entsprechend informieren und diese die Hausbesitzer und Mieter sachgemäß aufklären können.

Da die Prüfung der Anträge und die Genehmigung einige Zeit beanspruchen, müssen die Gesuche besser heute als morgen eingereicht werden, und die Kreise, welche von dem Gesetze Nutzen ziehen wollen, müssen über seine Auslegung schnellstens volle Klarheit erhalten.

[1] Vgl. S. 1083 dieses Heftes.

[2] Vgl. Constantin Boettcher, Stemmen und Bohren an Bauwerken, ETZ 1932, S. 653.

Digitized by Google

Es seien daher im nachstehenden einige der wichtigsten Arbeiten genannt, welche für die Elektrogewerbe in Betracht kommen und daraufhin geprüft werden müssen, ob und inwieweit sie unter das Gesetz fallen.

Die im vorstehenden erörterten Wohnungsteilungen sind nach dem klaren Gesetzeswortlaut zweifelsohne zuschußberechtigt, ebenso die im Interesse des zivilen Luftschutzes unternommenen Arbeiten.

Sehr wichtig ist eine klare Trennung von Ergänzungs-Arbeiten und von Um- und Ausbau-Arbeiten, da erstere einen Barzuschuß von 20 %, letztere aber von 50 % erhalten.

Sollen z. B. in einem Hause elektrische Herde eingebaut werden, so werden die Anschluß- oder doch die Steigeleitungen sich oft als zu schwach erweisen. Die erforderliche Verstärkung dieser wäre als Ergänzungsarbeit anzusehen, dgl. das Verlegen neuer Leitungen für den Anschluß der Herde einschl. Zähler und Zubehör.

Ob auch die Anschaffung der stromverbrauchenden Geräte in Wohnungen nach dem Gesetze Anspruch auf Zuschuß hat, müßte indes erst klargestellt werden.

Anders dagegen liegen die Verhältnisse, wenn ein Gewerbebetrieb, z. B. eine Gaststätte, zur Elektrisierung seiner Küche übergeht, oder eine Waschanstalt elektrischen Betrieb einrichtet. Hier scheint es gerechtfertigt, die gesamten Leistungen und Lieferungen einschl. der stromverbrauchenden Geräte als Ergänzungsarbeiten aufzufassen, welche einen Barzuschuß von 20 % erhalten können.

Ein anderer Fall, der besonders in Bädern und sonstigen Kurorten, die von Familien aufgesucht werden, immer häufiger vorkommt, ist folgender:

Nachdem die solche Orte versorgenden Überlandzentralen immer mehr zur Einführung tragbarer Kochtarife übergehen, gewinnen die Küchenwohnungen und Zimmer mit elektrischen Einrichtungen in Fremdenheimen und Pensionen an Bedeutung. Unterkunft mit voller Verpflegung ist für kinderreiche Familien oft zu teuer und auch unbequem; die bisherigen Küchenwohnungen mit den rußenden, qualmenden und ständige Bedienung erfordernden kleinen Kohlenherden belasten aber die Hausfrau so stark, daß sie oft abgearbeiteter als zuvor aus der Sommerfrische heimkehrt. Elektrische Kochvorrichtungen und Heißwasserbereitung können hier Wandel schaffen und auch den Hausfrauen und Müttern wirkliche Erholung bei voller Aufrechterhaltung des Familienlebens gewähren. Diese für die Stärkung der Volksgesundheit sehr wertvollen Bestrebungen würden wesentlich gefördert werden, wenn die Schaffung solch elektrischer Küchenwohnungen und Zimmer zu den Wohnungsteilungen oder der „Herrichtung sonstiger Räume" gerechnet wird.

Man ersieht schon aus diesen wenigen Beispielen, die sich reichlich vermehren lassen, wie wertvoll das neue Gesetz für die Arbeitsbeschaffung in den Elektrogewerben ist, anderseits aber erkennt man auch, wie der Lebenszuschnitt weiter und mannigfaltiger Kreise gehoben werden kann, wenn die Einführung elektro-wirtschaftlicher Einrichtungen durch eine nennenswerte Verbilligung der Anlagekosten beschleunigt wird.

Die VII. Internationale Hochspannungskonferenz in Paris 1933.

Von Dipl.-Ing. Dr. phil. **Hans Feiner**, Paris.

(Schluß von S. 1048.)

III. Abteilung: Betrieb und Schutz der Netze.

Zusammenschluß und Stabilität von Netzen.

Berichterstatter Baron Forgeur (Belgien).

Die allgemeinen Bedingungen der Regelung, Aufteilung der Last bei normalem Betrieb, der Wirklast durch Frequenzänderung, der Blindlast durch Spannungsänderung, die bei gestörtem Betrieb auftretenden Fragen der Verminderung der Zahl der Störungen bzw. der Verminderung der Wirkungen dieser Störungen, ferner die Fragen der elektrischen Stabilität der Netze, der statischen und dynamischen Stabilität bilden den Gegenstand dieser Gruppe. Die allgemeine Natur dieser Probleme und ihre heutigen Lösungen behandeln die folgenden drei Berichte:

Barrère (Frankreich, 70) untersucht in dem Bericht „Technische Probleme des Zusammenschlusses von Übertragungsleitungen" das Verhalten der Geschwindigkeitsregler bei Wasserturbinen und beschreibt ferner die Frequenzreglersysteme Leeds & Northrup, Westinghouse, Siemens sowie das Warren-Uhr-System der Gen. El. Co. Ibler (Tschechoslowakei, 6) gibt in dem Bericht „Das Problem der Regelung bei Parallelbetrieb von Zentralen und Netzen" u. a. an, in welchen Grenzen die normalen Geschwindigkeitsregler arbeiten müssen. Kühn (Deutschland, 22) empfiehlt, den Geschwindigkeitskurven einen so genauen und einheitlichen Verlauf wie möglich zu geben.

Courtoy (Belgien, 100) berichtet über die Verwendung einer Zentralverteilstelle beim Zusammenschluß mehrerer Netze bzw. Netzgruppen an Hand der Lösung der südbelgischen Energiezentralen. Die plötzlichen Frequenzänderungen hängen von der Statik der einzelnen Maschinenregler ab, aber die mittlere Frequenz wird immer mehr entweder durch Handregelung oder durch selbsttätige Regelung mittels Frequenzmesser oder Frequenzuhren konstant gehalten, wobei bei den letzteren die elektrische Zeit von der astronomischen in manchen Netzen nur um wenige Perioden innerhalb von 24 h abweicht.

Die Berichte von Josse (Frankreich, 103) und Cahen und Belfils (Frankreich, 90) geben die Lösungen beim Zusammenschluß des französischen 220 kV-Netzes an, das das Massif Central[1] mit Paris verbindet. Ramelot und Poma (Belgien, 46) beschreiben die großen Hochspannungsnetze der Société Intercommunale Belge d'Electricité, die mit einem 426 km langen Doppelleitungsnetz von 50 oder 70 kV ein Drittel Belgiens mit Energie versorgt. Schließlich zeigt der Bericht von Liwschitz (Deutschland, 94) über „asynchrone Netzkupplung", daß man in gewissen Fällen die Lastverteilung unabhängig von der Frequenz machen kann.

Die Aufteilung der Blindlast durch Spannungsregelung wird u. a. in eingehender Weise von Thielemans (Frankreich, 104) in dem Bericht über „Berechnung, Regelung und Zusammenschluß von Mehrphasennetzen" behandelt. Die Untersuchungen Thielemans' haben für den Zusammenschluß und den Betrieb französischer Netze als Grundlage gedient, wie z. B. für den Bau der erwähnten 220 kV-Übertragung Massif Central—Paris. Zur Frage der Blindlastverteilung gehört auch der Bericht von Lebrecht (Deutschland, 97) über „synchrone und asynchrone Phasenkompensation", der einen Vergleich ihrer Anwendung als Phasenregler beim Zusammenschluß gibt. — Für die selbsttätige Spannungsregelung werden von Kühn (Deutschland, 22) möglichst fremderregte Erregermaschinen vorgeschlagen.

Als Mittel zur Verringerung der Zahl der Störungen werden Verstärkung der Isolation, Verwendung von Einphasenkabeln und Trennung der Phasen in den Schaltstationen genannt. Zur Milderung der Wirkung der Störungen wird die Einschaltung von Widerständen oder Reaktanzen in die Nullpunktserdung empfohlen.

Die Fragen der statischen Stabilität, welche im ungestörten Betrieb, aber bei betriebsmäßigen Lastverschiebungen und Lastschwankungen aufrechterhalten werden soll, behandelt Tröger (Deutschland, 96) in dem Bericht über „die Lastabhängigkeit der Stabilität von Fernleitungen". Die Last wird in einen spannungsabhängigen und einen spannungsunabhängigen Lastanteil geteilt, deren Mischungsverhältnis auf den Zusammenhang von Last und Stabilität von Einfluß ist.

In der Aussprache berichtete Rüdenberg über die Frequenzschwingungen, welche einem plötzlichen Stromstoß folgen. Er wies darauf hin, daß man bei gestörtem Betrieb nicht nur auf die auf das Netz arbeitenden Synchrongeneratoren, sondern auch auf alle sonst noch angeschlossenen Asynchronmaschinen Rücksicht nehmen muß, und gab Formeln an, mit deren Hilfe man die Dauer und die Amplitude dieser Schwingungen berechnen kann, und die in praktischen Fällen eine gute Übereinstimmung mit gemessenen Werten zeigten. Daraus ergibt sich, daß die Frequenzregelung um so genauer und leichter ist, je größer der Umfang des Netzes, d. h. die beteiligten Maschinenmassen sind. Diese Tatsache wurde von mehreren Rednern bestätigt. Rachel (Deutschland) gab der Mei-

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 777.

Digitized by Google

nung Ausdruck, daß es angesichts der großen Fortschritte, welche die Schaltertechnik (Schalter mit und ohne Öl) hinsichtlich der Herabsetzung der Schaltzeiten gemacht hat, und mit Rücksicht auf die fortschreitende Vervollkommnung der Relais in Zukunft wirtschaftlicher sein wird, die Dauer der Störungen so weit wie möglich zu verkürzen, statt die Stabilität künstlich mit kostspieligen Regelapparaten, wie z. B. Vorrichtungen zur plötzlichen Übererregung, zu vergrößern. Diese Auffassung fand auch bei anderen Teilnehmern Zustimmung. Belfils (Frankreich) wies auf die Lösung hin, die Maschinen mit doppelter Wicklung auszuführen und die Übertragung in zwei Teile aufzuteilen. Cahen (Frankreich) hob die günstigen Wirkungen der Netzunterteilung hervor.

Blindleistung und Verbesserung des Leistungsfaktors.

Berichterstatter Budeanu (Rumänien).

Chevalier (Belgien, 72) gibt ausführliche „Angaben über den Aufbau und den Betrieb von zur Verbesserung des Leistungsfaktors bestimmten statischen Kondensatoren". Stehelin (Schweiz, 76) behandelt die „Anwendung von Kondensatoren in Netzen zur Regelung der Spannung und des Leistungsfaktors". Baudisch (Deutschland, 93) behandelt die Eigenschaften und den Anwendungsbereich von „Kondensatoren zur Leistungsfaktorverbesserung". Insbesondere werden Ölkondensatoren behandelt. Es schließt sich eine Betrachtung über die Wirtschaftlichkeit der Blindleistungserzeugung durch Kondensator und Blindleistungsmaschine an.

Kneller (Deutschland, 98) betrachtet in einem allgemeinen Bericht über die „Verbesserung des Leistungsfaktors" insbesondere den Einfluß desselben auf die wirtschaftlichen Betriebsbedingungen der Netze und vergleicht die dynamischen (synchronen und asynchronen) Kompensatoren und die statischen Kondensatoren.

Schließlich berichtet Budeanu (Rumänien, 106) über die Arbeiten des Komitees für Verbesserung des Leistungsfaktors. Er zeigt, daß die Wichtigkeit der Regelung der Blindleistung mit Rücksicht auf deren Rückwirkung auf den Gesamtwirkungsgrad, Spannungsregelung und die Stabilität des Netzzusammenschlusses in gesteigertem Maße erkannt wird. Diese Frage wird jetzt selbst auf Netzen der elektrischen Zugförderung bei Einphasenstrom behandelt. So wird in Ungarn das System von Kandò des auf eine Lokomotive montierten Einphasen-Mehrphasen-Umformers praktischen Versuchen unterworfen. In der Schweiz werden Versuche mit direkter Kompensation durch im Hochspannungsnetz verteilte Kondensatorenbatterien unternommen.

Aus der Aussprache geht hervor, daß man heute über einwandfreie statische Kondensatoren verfügt, welche für die Frequenz von 50 Hz industriell verwendet werden können mit Regelmöglichkeiten gleich jenen von Synchronkompensatoren. Chevalier (Belgien) führte die physikalischen und elektrischen Gründe an, weshalb ihm das Hadernpapier dem Zellulosepapier für die Herstellung von Kondensatoren überlegen erscheint. Trotzdem wurden von andern Rednern die sehr guten Erfolge mit Zellulosepapier hervorgehoben. Bei der Imprägnierung verwendet Chevalier ein Vakuum von 25 mm Hg. Sachs teilt ein neues Verfahren mit, um das nachteilige stufenweise Anschalten von Kondensatoren zu verhindern. Die einzelnen Kondensatoren werden mit Hilfe eines Induktionsreglers von Null auf die volle Spannung gebracht und dann direkt ans Netz gelegt; hierauf wird der Induktionsregler zur Zuschaltung der nächsten Batterie verwendet. Er braucht auf diese Weise nur für die Leistung einer Batterie berechnet sein.

Über die Prüfverfahren herrscht keine Einstimmigkeit. Während Chevalier hinsichtlich der Spannungsprüfung zur Vorsicht rät, um mit ihr keine Beschädigung des Kondensators zu verursachen, die sich erst im Betrieb voll auswächst, und für eine laboratoriumsmäßige Bestimmung des Sicherheitskoeffizienten seitens des Erzeugers und für eine Verlustbestimmung bei der Abnahme eintritt, schlägt man in der Schweiz, wie Kopeliowitsch mitteilte, eine hinreichend hohe Spannung vor, und zwar die dreifache Nennspannung bei 50 Hz während einer Minute. Außerdem soll bei Batterien über 1000 kVA ein Dauerversuch bei 1,4facher Betriebspannung zur Feststellung des unter Umständen schädigenden Wärmeeinflusses gemacht werden. Es wird ferner auf die vom VDE in Deutschland erlassenen Leitsätze und Prüfbestimmungen für Kondensatoren verwiesen. Mit Nachdruck wurde daran erinnert, daß bei der sich sehr rasch entwickelnden Anwendung von statischen Kondensatoren die Mittel nicht vernachlässigt werden dürfen, um Resonanzerscheinungen oder Verzerrungen zu vermeiden.

In der Schlußsitzung der Konferenz wurde der Vorschlag des Komitees für Verbesserung des Leistungsfaktors angenommen, alle Fragen in bezug auf Einheiten, Benennungen und Definitionen der IEC zu überlassen; desgleichen wurde beschlossen, die Verhandlungen und Ergebnisse der Konferenzarbeit über den obigen Gegenstand der IEC in Form von Vorschlägen zu überreichen.

Erdung des Nulleiters.

Berichterstatter del Buono (Italien).

Tschernogubowski (UdSSR, 78) gibt für die „Wahl der Verfahren der Nullpunktserdung in Hochspannungsnetzen" (direkte Erdung, Erdung über ohmschen oder über induktiven Widerstand) die Grenzen ihrer Anwendbarkeit an. Er beschreibt ferner die bei der Planung des Netzes des Kraftwerks Dnjeprostroj beschrittene Lösung. Reinarz und Fitger (Deutschland, 99) behandeln die „Erdung des Nulleiters", wie sie in Deutschland gemäß den vom VDE herausgegebenen Leitsätzen für Schutzmaßnahmen verwendet wird. Fukao (Japan, 89) teilt die in Japan mit der Petersen-Spule gemachten Erfahrungen mit und behandelt gleichzeitig die Wirkungsweise von in die Erdungsleitung eingebauten Relais. Evrard (Belgien, 79) behandelt schließlich den „Erdstrom bei normalem und bei gestörtem Betrieb in einem Drehstromnetz mit direkt geerdetem Nullpunkt". Er kommt zu dem Ergebnis, daß der Erdstrom bei normalem Betrieb gering ist und in den Schwachstromleitungen keine Störungen hervorruft. Selbst bei gestörtem Betrieb haben die höheren Erdströme in dem vom Verfasser behandelten Fall in den im gleichen Kabelgraben verlegten Telephonkabeln keine Störungen verursacht.

In der Aussprache berichtete Rüdenberg über die Praxis in Deutschland, wo die Verwendung der Kompensation für die großen Netze allgemein ist, und er schreibt auch die aus statistischen Erhebungen hervorgegangene geringe Anzahl der Störungen der Kompensation zu. Nach den amerikanischen Störungstatistiken ergeben sich im Jahr 0,5 ··· 5 Betriebsunterbrechungen für je 100 km Leitungslänge. Die Zahl der Störungen ist in Amerika, wo eine direkte Nullpunktserdung üblich ist, etwa 5 ··· 10mal so groß, wie sie in Deutschland festgestellt werden konnte. Die direkte Erdung des Maschinennullpunktes ist in Deutschland vollständig verlassen worden. Der Sternpunkt bleibt isoliert oder wird über einen sehr hohen Widerstand geerdet. Im Störungsfall wird eine Schwächung der Erregung nur dann durchgeführt, wenn es sich nur um ein einziges Werk handelt, da sonst durch die Verminderung der synchronisierenden Kraft der Fehler noch erhöht würde.

Wright teilte mit, daß man in England den Nullpunkt der Maschinen über einen Widerstand von einigen Ohm, hingegen die Transformatoren sekundärseitig direkt erdet. In Frankreich und Italien ist die direkte Nullpunktserdung verbreitet. Doch mußte z. B., wie Fallou mitteilte, die kurze Erdung des 60 kV-Kabelnetzes des Pariser Bezirks nach längerem Betrieb infolge zu heftiger Erdströme und damit zusammenhängender zu hoher Spannungsabfälle verlassen werden. Sie ist durch die in den drei wichtigsten Kraftwerken durchgeführten Erdungen des Nullpunktes über Reaktanzspulen von je 10 Ω ersetzt worden. Eine Zwischenlösung hat Cahen (Frankreich) für die 220 kV-Leitung Massif Central—Paris und die parallellaufende 90 kV-Leitung der Chemin de Fer d'Orléans angewendet, indem er eine direkte Nullpunktserdung nur an einer beschränkten Anzahl von hinreichend weit voneinander befindlichen Transformatoren anordnete.

Überspannungen und Blitzschutz.

Berichterstatter Matthias (Deutschland).

Berger und Schneeberger (Schweiz, 30) beschreiben einen für Überspannungsversuche gebauten „Stoßgenerator für eine Spannung bis 1 Mill V", der an Stelle der üblichen Reihenschaltung von einzelnen Kondensatoren, Widerständen und Funkenstrecken in einfacher Weise „aus einigen Hochspannungs-Einleiterkabeln" in Marx-Schaltung besteht. Die Anordnung hat den Vorteil, daß man sie ohne Schwierigkeiten zu Versuchen an Freileitungen im Freien montieren kann.

Lewis (V. S. Amerika, 73) teilt in dem Bericht über die „Wirkungen des Blitzes in den Leitungen und Anlagen" die Ergebnisse von Versuchen auf verschiedenen amerikanischen Netzen mit. Das dem Verfasser als Anhänger Simpsons anomal erscheinende Vorwiegen von Blitzschlägen mit negativer Ladung wird mit dem Vorhandensein eines der positiven Ladung der Leitungen zuzuschreibenden Richtungseffektes erklärt. Der Überschlag scheint um so wahrscheinlicher, je größer der Erdwiderstand des

Digitized by Google

Mastes ist. Die Wirksamkeit der über den Leitern liegenden Erdleitung wird durch einen geringen Erdwiderstand des Mastes erhöht. Die Anwendung einer Verbindung der Masterden durch ein Kupferseil (Gegengewicht) verbessert noch den Schutz der Leitung.

In dem Bericht „über die Lokalisierung der Blitzschläge" (Frankreich, 74) untersucht Dauzère, Anhänger der Theorie von Simpson, die Frage der Orte größter Blitzempfindlichkeit. Da der Blitz nach der Grundauffassung Simpsons als Transport positiver Ionen mit größter Geschwindigkeit aufzufassen ist, sind die Orte, wo negative Ionen vorherrschen, am gefährdetsten, wie z. B. Orte mit durch Anwesenheit radioaktiver Substanzen hervorgerufener Luftionisation. Die geologische Beschaffenheit des Bodens ist daher von großer Bedeutung.

Ledoux (Frankreich, 80) gibt in einem Bericht über den „gegenwärtigen Stand des Schutzes der Hochspannungsnetze gegen Überspannungen" die Ergebnisse mit den derzeit bekannten Schutzanordnungen an. Ebenso beschreibt Norris (England, 81) den „Schutz der elektrischen Apparate gegen die Überspannungen mit großen Amplituden" und befaßt sich insbesondere mit der Beanspruchung der Transformatorenspulen. Die Lebensdauer von Transformatoren wird in genau definierter Weise durch die Zahl und Heftigkeit der erlittenen Überspannungen bestimmt.

Neustätter (Deutschland, 91) kommt auf Grund von statistischen Untersuchungen über „Gewitterüberschläge an 100 kV-Leitungen" zu folgenden Schlußfolgerungen: Leitungen mit zwei Erdseilen haben eine größere Betriebsicherheit als solche mit einem Erdseil. Es bestätigt sich die Wichtigkeit geringer Erdübergangswiderstände, die mit Rohrerdern gut zu erreichen sind.

Gillon (Belgien, 92) gibt im Bericht des belgischen Studienkomitees für Überspannungen das Ergebnis einer Statistik dieses Landes bekannt und legt eine Arbeit von Cornu über den Schutz der Motorwicklungen gegen Wanderwellen mittels Induktionsspulen vor.

Die zusammenfassende Arbeit von Matthias (Deutschland, 107) gibt einen Überblick über den Stand des „Blitzschutzes von Hochspannungsanlagen". Die Untersuchungen von Matthias, welche mehr die Theorie von C. T. R. Wilson und Toepler stützen, führen zu folgenden wesentlichen Feststellungen: Ernstliche Gefährdungen geben nur Wanderwellenbeanspruchungen, die von direkten Leitungseinschlägen herrühren. Die Prüfung der Isolatoren soll möglichst die Gewitterbeanspruchung nachahmen. Die Anlagen sollen möglichst ohne besondere Schutzapparate in sich gewitterfest sein. Bei doch auftretenden Kurzschlüssen schalten neuzeitliche selektiv wirkende Schutzsysteme die Fehlerquelle ab. Unter den apparativen Schutzmaßnahmen werden der Kathodenfallableiter und der Ableiter mit spannungsabhängigem Widerstand beschrieben.

Die Aussprache zeigte, daß sich die Auffassungen über die Polarität des Blitzes entsprechend der Theorie von Simpson einerseits und der von Wilson und Toepler anderseits gegenüberstehen. Als höchste vorkommende Blitzstromstärke wird etwa 150 000 A angegeben. Für Leitungen mit sehr hoher Spannung rufen anscheinend nur die direkten Blitzschläge zerstörende Wirkungen hervor, während in Mittelspannungsnetzen auch indirekte Blitzeinschläge Störungen zur Folge haben können. Die Frage, auf welches Potential der vom Blitz getroffene Mast gebracht wird, wird nicht ganz geklärt, da der Wert des Erdübergangswiderstandes im Augenblick des Blitzeinschlages sich von dem unterscheidet, der im normalen Zustand gemessen wird. Es wird allgemein auf die vorzügliche Eignung des Kathodenstrahl-Oszillographen zur Untersuchung der Überspannungserscheinungen hingewiesen. Dabei ist die gleichzeitige Messung auf allen Leitern einer Leitung, wie sie von Berger in der Schweiz durchgeführt wurde, sehr aufschlußreich. Sie ermöglicht die Unterscheidung der direkten und indirekten Blitzschläge.

Capart (Frankreich) berichtete über einen neuen Leitungschutz, der durch Verwendung von radioaktiven Zellen eine erhöhte Luftleitfähigkeit in der Nähe besonders gefährdeter Leitungstellen (Gewitternester) erzeugt und auf diese Weise den Blitz absaugt. Außerdem werden auf ähnlicher Grundlage gebaute Apparate in die Leitung selbst eingeschaltet, welche durch eine besondere äußere Form eine Koronawirkung hervorrufen und die Entladung in die durch eingeschlossene radioaktive Zellen ionisierte Luft leiten.

Lorrette berichtete über gemeinsam mit Harald Müller an einer künstlich hergestellten Leitung durchgeführte Stoßspannungsversuche, die im besonderen der Wirksamkeit der Schutzringe an Isolatorenketten galten. Sachs zeigte an Hand einiger Lichtbilder eine aus Kondensatoren gebildete Schutzanordnung gegen Überspannungen.

Es mögen hier noch die folgenden Berichte genannt werden:

Kato (Japan, 87) gibt die Anordnungen von Erdschlußrelais an, wie sie in Japan auf Übertragungsleitungen mit mehreren geerdeten Punkten verwendet werden. Schleicher und Neugebauer (Deutschland, 101) beschreiben „selektiv arbeitende Schnellschutzsysteme", und zwar Staffelsysteme, Differentialschutzsysteme und den Richtungsvergleichschutz. Szilas (Ungarn, 83) befaßt sich mit dem „Schutz der Niederspannungsnetze gegen Hochspannung" und beschreibt ein neues Schutzsystem, das in der Erdung der Niederspannungsleiter über Selbstinduktionsspulen besteht.

Fernmeldung und Fernsteuerung.

Berichterstatter Barrère (Frankreich).

Kruglakow und Tschernyscheff (UdSSR, 66) beschreiben in dem Bericht „Telephonie durch Trägerströme auf Hochspannungsleitungen" eine auf verschiedenen Netzen der Sowjetunion verwendete Anordnung von Hochfrequenztelephonie. Engler (Schweiz, 75) beschreibt die praktischen „Betriebsergebnisse mit einer Hochfrequenz-Telephonieanlage und mit einer Hochfrequenz-Fernmeßanlage". Beide gehören einem sehr ausgedehnten Schweizer Kraftnetz an, das eine Zentralstelle und zehn Werke und Unterstationen besitzt.

Stalins (Belgien, 71) zeigt, wie durch ein „Fernmelde-, Fernsteuerungs- und Telephoniesystem in Verteilungsnetzen mit einfacher Speisung" die Betriebsicherheit bedeutend erhöht werden kann, wobei aber wirtschaftliche Gesichtspunkte die Anwendung entsprechender Systeme erfordern. In dem vom Verfasser beschriebenen belgischen Netz wurde durch die Einführung eines solchen Systems die mittlere Dauer der Stromunterbrechung von rd. 30 min auf rd. 3 min herabgesetzt.

Schwaiger (Deutschland, 65) beschreibt die selbsttätigen Vorrichtungen zur „Steuerung von regelbaren Transformatoren". Diese Vorrichtungen befreien nicht nur das Personal von der dauernden Überwachung der Meßgeräte, sondern erhöhen noch die Genauigkeit der Regelung.

Rundfunkstörungen.

Berichterstatter Brock (Österreich).

Brock gibt in einem Bericht (105) über den „gegenwärtigen Stand der Rundfunkstörungen und ihre Vermeidung" ein umfassendes Bild dieser wichtigen Frage. Er behandelt die Ursachen der Rundfunkstörungen, die Mittel zu ihrer Vermeidung, die Frage, wo die Schutzmaßnahmen anzuwenden sind, und untersucht schließlich, ob der gegenwärtige Stand eine gesetzliche Regelung dieses Problems zuläßt. Braillard (Belgien, 102) behandelt die Frage der zu treffenden Schutzvorrichtungen bei Erregermaschinen und die Verantwortlichkeit der Stromerzeuger hinsichtlich der Stabilität der Frequenz und Spannung. Schuep und Sollima (Frankreich, 82) beobachteten die Störungen, welche durch schadhafte Hochspannungsisolatoren hervorgerufen werden können, und geben diesbezügliche Meßverfahren an.

In der Aussprache wies Brock darauf hin, daß wohl der derzeitige Stand der Technik keine endgültige gesetzliche Regelung ermöglicht, daß aber gerade der jetzige Zeitpunkt, wo in den meisten Ländern eine solche noch nicht erfolgt ist, erfordere, daß eine internationale Vereinigung die Grundlagen festlege, nach denen dann die einzelnen Länder ihre Gesetze schaffen können. Tatsächlich wurde von der IEC eine gemischte Kommission zum Studium der Rundfunkstörungen geschaffen*, der die bisherigen Arbeiten der CIGRE als Material zugestellt werden sollen.

Telephonstörungen durch Starkstrombeeinflussungen.

Berichterstatter Collet (Frankreich).

Dewiatkow, Mirolubow und Tschernyscheff (UdSSR, 69) beschreiben ein Schutzsystem, welches für Telephonleitungen eines russischen Hochspannungsnetzes verwendet wird und aus besonderen gasgefüllten Ventilröhren besteht, die bei einem Kurzschluß in der Kraftleitung sofort die Telephonleitung erden. Der Schutz hat sich in zweieinhalbjährigem Betriebe gut bewährt.

* Über die Gründungsitzung vgl. ETZ 1933, S. 1027.

Digitized by Google

Shibusawa (Japan, 48) berichtet über die Arbeiten eines 1928 in Japan gebildeten Komitees zum Studium der Starkstrombeeinflussungen, aus dem die folgenden zwei Berichte stammen. Kato (Japan, 86) beschreibt theoretische und experimentelle Untersuchungen über die „Verwendung von gutleitenden metallischen Erdungsleitern auf Hochspannungsfreileitungen". Die durch Verwendung von Kupfer oder Aluminium an Stelle von Stahl erhöhte Leitfähigkeit der Erdleitung stellt nicht nur einen besseren Schutz gegen Blitzschlag dar, sondern setzt auch gleichzeitig in einem Netz, dessen Nullpunkt geerdet ist, den bei Erdschluß einer Phase fließenden Erdstrom herab. Dadurch wird auch die Störung in einem benachbarten Telephonnetz herabgesetzt. Kasai (Japan, 88) legt eine „Studie über die Bestimmung der Leitfähigkeit des Bodens" zur Berechnung der gegenseitigen Induktivität von Stromkreisen mit Erde als Rückleitung vor. Er nimmt gemäß dem geologischen Aufbau 5 Klassen von Gebieten an. Die Tafel von Versuchsergebnissen an zahlreichen Leitungen gibt eine befriedigende Übereinstimmung der gemessenen mit den theoretisch errechneten Werten. In der Aussprache wurden die im Bericht enthaltenen Angaben, insbesondere über die Leitfähigkeit, im allgemeinen bestätigt.

Die Elektrizitätswirtschaft der V. S. Amerika 1932.

Von **Arthur Hamm**, Breslau.

Übersicht. Die Stromerzeugung der V. S. Amerika ist im Jahre 1932 abermals zurückgegangen, und zwar um fast 10 % gegen das Vorjahr. Daran waren vor allem Großabnehmer beteiligt, weniger Kleinabnehmer, gar nicht der häusliche Verbrauch. Der ganze jahreszeitliche Verlauf der Stromerzeugungskurve hat sich durch diesen Rückgang geändert. Der Anteil der Wasserkraftwerke ist stark gestiegen, der der Dampfkraftwerke entsprechend gesunken. An Größe zugenommen haben dagegen die Dampfkraftwerke mehr als die Wasserkraftwerke, so daß ihre Ausnutzung recht schlecht geworden ist. Die Zahl der Großwerke (Erzeugung mehr als 100 Mill kWh) hat noch zugenommen, dagegen ist ihre Ausnutzung zumeist gesunken. Auch bei ihnen hält sich der häusliche Verbrauch sehr günstig, er ist seit 1929 je Kopf um 25 % gestiegen. Die Gesamtzahl aller Stromabnehmer in den V. S. Amerika ist leicht rückgängig, dgl. die gesamten Einnahmen; sie erreichen jetzt etwa den Stand von 1928, während die Betriebsausgaben hinter diesem Jahre noch etwas zurückbleiben. Ein Vergleich von städtischen und Überlandwerken zeigt weitgehende Verschiedenheiten hinsichtlich Anlagekosten, Ausnutzung und Verschuldung. Die Emissionstätigkeit der Elektrizitätswerke ist außerordentlich stark zurückgegangen, neues Kapital wird hauptsächlich noch für Umschuldungszwecke aufgenommen. Auch der Kapitalmarkt ist durch den Insull-Zusammenbruch stark gestört worden.

Der Rückgang der amerikanischen Stromerzeugung (einschließlich des Bezuges aus Kanada), der seit 1930 bemerkbar war, hat sich im Jahre 1932 äußerst kräftig ausgewirkt (Abb. 1, Zahlentafel 1). Nach der Feststellung des Department of Interior, Geological Survey, betrug die gesamte Jahreserzeugung nur noch 83,153 Mrd kWh, was gegenüber dem Vorjahre einen Rückgang von 9,4 % bedeutet. Hingegen wies 1931 gegenüber 1930 nur einen Rückgang von 4,4 % und 1930 gegenüber 1929 nur einen solchen von 1,5 % auf, der Gesamtrückgang gegenüber dem Spitzenjahr 1929 beträgt somit 14,5 %. Der Hauptteil dieses Absatzverlustes liegt, wie bekannt, beim industriellen Großverbrauch. Großabnehmer bezogen im Jahre 1932 volle 19,5 % weniger als im Jahre vorher. Im Gegensatz dazu hat sich der gewerbliche Kleinverkauf als ziemlich krisenfest erwiesen, er ist von seinem Höchststande im Jahre 1931 nur um 7,5 % zurückgegangen, während der häusliche Verbrauch sogar beständig gestiegen ist. Er hat in den letzten 7 Jahren folgende Entwicklung durchgemacht (in Mrd kWh):

1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932
6,8	7,7	8,6	9,8	11,0	11,7	12,0

Dabei ist die Zahl der häuslichen Stromabnehmer sogar etwas zurückgegangen, nämlich von 20 151 247 auf 19 874 513 im Berichtsjahre. Wenn also der Verbrauch des einzelnen sich sogar noch um rd. 5 % gesteigert hat, so dürfte hieran, wie es auch anderswo beobachtet worden ist, die Krise schuld sein. Die Menschen bleiben mehr zu Hause als früher in guten Zeiten, so daß der Lichtverbrauch größer wird, auch den Rundfunk läßt man länger spielen als sonst, und so manche Mahlzeit, die man früher

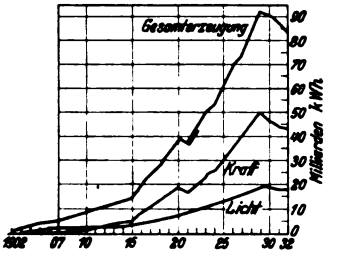


Abb. 1. Stromerzeugung der V. S. Amerika seit 1900.

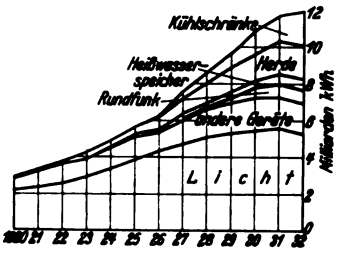


Abb. 2. Stromverbrauch von Haushaltgeräten.

im Gasthause einnahm, wird heute zu Hause auf dem elektrischen Herde zubereitet. Auch die Zahl der aufgestellten Herde hat zugenommen, obwohl darüber nur Einzelangaben erhältlich sind. Nur aus einem Verkaufsprogramm der American Society of Electric Manufacturers kann man schließen, daß in den V. S. Amerika rd. 1 Mill Herde aufgestellt ist, was 5 % aller Haushaltungen entspricht. Wie die einzelnen Haushaltsapparate am Gesamtumsatz beteiligt sind, zeigt Abb. 2, die einer Veröffentlichung der NELA entnommen ist. Die Zunahme von 1931 auf 1932 ist demnach ganz und gar auf Kühlschränke und Rundfunkapparate zurückzuführen, die den rückgängigen sonstigen Verbrauch mehr als ausgeglichen haben. Auch der Verbrauch von Heißwasserspeichern hat etwas zugenommen, der der Herde ist gleich geblieben. Angesichts des leichten Rückganges der Abnehmerzahlen bedeutet auch das eine kleine Steigerung.

Zahlentafel 1. Erzeugung und Verteilung der elektrischen Arbeit (in Mill kWh).

Jahr	Gesamterzeugung	erzeugt und bezogen	geliefert an: eigene Straßenbahn	geliefert an: andere Werke	verfügbar zur Verteilung	verteilt	Verluste	häuslicher Verbrauch	gewerbl. Kleinverbrauch	Großverbrauch	Städte und verschiedene Abnehmer	Bahnen
1928	82 927	83 395	1 330	1 235	80 830	66 988	13 842	8 619	11 692	38 903	2 223	5 551
1929	91 421	92 757	1 279	1 201	90 277	75 295	14 983	9 773	13 106	44 326	2 450	5 640
1930	89 952	91 957	1 184	1 306	89 467	74 906	14 561	11 018	13 944	41 621	2 735	5 588
1931	86 679	88 428	1 050	1 372	86 006	72 023	13 983	11 700	13 956	38 106	2 781	5 312
1932	77 500	82 966	880	1 200	80 886	67 186	13 700	11 970	12 900	31 000	2 900	4 690

Anm.: Die Zahlen dieser Tafel sind von der Schriftleitung der Electr. World auf Grund der tatsächlichen Erzeugungs- und Verbrauchsziffern voraus errechnet worden, daher sind Abweichungen von den im Texte genannten endgültigen Zahlen des Geological Survey unvermeidlich.

Recht eigenartig ist der Einfluß des Krisenjahres auf den jahreszeitlichen Verlauf der Stromerzeugung. Zum Vergleich seien hier die Jahreskurven von 1930 und 1931 (ETZ 1932, S. 581) wiederholt (Abb. 3), die einen starken Abstieg zu Beginn des Jahres und dann einen ziemlich gleichbleibenden Wert der Erzeugung erkennen lassen. Der sonst bei jedem Elektrizitätswerk auftretende Anstieg in den Wintermonaten fehlt vollständig, er ist durch den Krisenrückgang ausgeglichen worden. Dagegen zeigt Abb. 4 die Erzeugung von 1932, die eine tiefe Einsenkung im Sommer aufweist. Die Wintermonate haben dann einen kräftigen Anstieg gebracht, so daß vielleicht der Schluß erlaubt ist, daß der Krisenrückgang beendet sei. Diese Annahme wird bestärkt durch die

Digitized by Google

zum Vergleich in Abb. 4 eingetragene Erzeugung von 1933, soweit darüber Ergebnisse vorliegen. Während im ersten Vierteljahre die Erzeugung noch etwa 7 % unter der von 1932 lag, machte sich von der zweiten Aprilwoche an ein merklicher Aufschwung geltend, der auch durch die Feiertagswoche kaum gehemmt wurde. Schon von der zweiten Maiwoche ab überstieg die Erzeugung

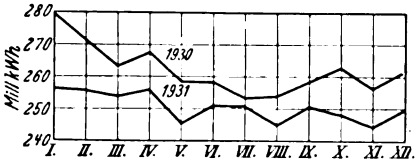


Abb. 3. Jahresverlauf der Stromerzeugung 1930 und 1931.

die des Vorjahres, und Ende Juni war sie bis um 11 % darüber hinaus gestiegen, sie ist zuletzt allerdings auch schon, wieder rückgängig[1]. Die Erwartung ist somit berechtigt, daß die Jahreskurve allmählich wieder die Gestalt annimmt, die sie vor der Krise hatte und die einen Anstieg vom Beginn bis zum Ende des Jahres mit nur einer leichten Einsenkung im Sommer zeigte.

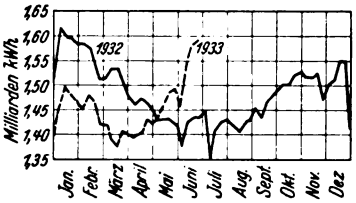


Abb. 4. Jahresverlauf der Stromerzeugung 1932 und Anfang 1933.

Von dieser Erzeugung entfiel im Berichtsjahre ein besonders namhafter Anteil auf Wasserkraftanlagen. Der Anteil des Wasserstromes an der Gesamterzeugung in den V. S. Amerika pflegt etwa zwischen 32 und 40 % zu schwanken, je nachdem es sich um nasse oder trockene Jahre handelt, im Durchschnitt liegt er bei etwa 35 %. Der bisherige Höchstwert wurde im Jahre 1928 mit 39,4 % erreicht, das Jahr 1932 brachte einen neuen Rekord mit 41 %. Daß in Zeiten rückgängigen Stromverbrauches zuerst die Dampfkraftwerke eingeschränkt werden, ist eine natürliche Maßnahme, die neben besonders reichlichem Regenfall dieses verhältnismäßige Ansteigen des Wasserstromes herbeigeführt hat, außerdem sind neben einer Anzahl kleinerer zwei Wasserkraftanlagen recht ansehnlichen Umfanges in Betrieb gekommen, nämlich Safe Harbor im Osten mit 56 000 kW und San Francisquito in Kalifornien mit 42 000 kW. Die letztgenannte Anlage ist der Ersatzbau für die vor 6 Jahren durch Dammbruch zerstörte Anlage gleichen Namens. Damals riß die in wasserdurchlässigem Fels gegründete Mauer bis auf eine kleine Stelle in der Mitte vollständig weg, eine ungeheure Wasserwelle stürzte das enge Tal hinunter, und mehrere hundert Menschen fanden dabei ihren Tod. Es ist zu hoffen, daß die Gründung diesmal sorgfältiger vorgenommen worden ist. Bei Safe Harbor handelt es sich um die erste Hälfte des ersten Ausbaus, ein zweiter, gleich großer Teil kommt im laufenden Jahre in Betrieb. Außerdem baut die Puget Sound Power & Light Co. in Rock Island, Staat Washington, ihr Wasserkraftwerk mit 45 000 kW aus, dessen Eröffnung für dieses Jahr vorgesehen ist. Eine noch größere Wasserkraft wird vom Department of Lighting der Stadt Seattle im gleichen Staate ausgebaut, sie soll im nächsten Jahre mit 118 800 kW in Betrieb kommen. Es ist nicht das erste Wasserkraftwerk dieser Stadt, die damit wohl die einzige Stadt der Vereinigten Staaten ist, die ein kommunales Kraftwerk von beachtenswerter Größe besitzt. Sie lernt dabei freilich auch solche Schwierigkeiten kennen, wie sie diesseits des Atlantischen Ozeans reichlich bekannt sind. Die Mittel zum Bauen kann sie sich nur durch eine Anleihe bei der Reconstruction Finance Corp. beschaffen. Diese hat nur so viel bewilligt, wie zum Bau des Kraftwerkes erforderlich ist, die Mittel für die gleichfalls erforderlichen Leitungsbauten hat sie aber verweigert. Da ein Kraftwerk ohne Leitungen nichts nützt, denkt die Stadt schon an Aufgabe des Baues, wenn sie nicht etwa von anderer Seite das Geld bekommt.

Gegenüber den genannten Zahlen erscheinen die Erweiterungen der Dampfkraftwerke riesenhaft, hat doch allein die Brooklyn Edison Co. ihr Kraftwerk Hudson Ave. mit 2 Maschinen um 320 000 kW erweitert. Auch im Waukegan-Kraftwerk der Public Service Co. of Northern Illinois (Insull-Konzern) ist eine 115 000 kW-Turbine in Betrieb genommen. Diesem Zuwachs an Leistungsfähigkeit steht jedoch eine Abnahme an erzeugter elektrischer Arbeit gegenüber, die nicht weniger als 19,5 % betrug. Während die sämtlichen mit Brennstoffen betriebenen Kraftwerke im Jahre 1931 rd. 61 Mrd kWh erzeugten, sank diese Arbeit in 1932 auf 49,1 Mrd. Die starke Vergrößerung ist nur auf alte Aufträge in den Spitzenjahren zurückzuführen, sonst herrschte naturgemäß starke Zurückhaltung. Die im vergangenen Jahre in Angriff genommenen beiden Quecksilberdampf-Kraftwerke der General Electric Co. und der New Jersey Public Service Electric & Gas Co. sind wohl die einzigen Ausnahmen, sie sind auf die ungemein günstigen Erfahrungen an der Quecksilberdampf-Turbine im Kraftwerk South Meadow der Hartford Electric Co. zurückzuführen. Dort konnte die kWh mit Selbstkosten von 0,67 Pf erzeugt werden, zu demselben Preis hat das Sekretariat des Inneren den Strom des riesigen, eben in Angriff genommenen Wasserkraftwerkes Boulder Dam in Arizona ab Sammelschiene verkauft, ein Zeichen, wie nahe die Dampfkraftwerke an Wirtschaftlichkeit den Wasserkraftwerken gekommen sind.

Mit den bezeichneten Neu- und Erweiterungsbauten steigt die Gesamtleistungsfähigkeit (Zahlentafel 2) der amerikanischen Elektrizitätswerke auf 36 226 412 kW an, die in insgesamt 3878 Kraftwerken untergebracht sind. Darunter sind 1342 Wasserkraftwerke mit 9 448 589 kW und 1439 Dampfkraftwerke mit 25 450 242 kW. Der Rest verteilt sich auf Anlagen mit Diesel- oder Gasmaschinen oder Kombinationen solcher mit Dampfmaschinen. Es handelt sich dabei fast ausschließlich um kleinere Werke.

Zahlentafel 2. Maschinenleistung der Elektrizitätswerke.

Zahl der Gesellschaften	Zahl der Kraftwerke	Wasserkraftwerke		Dampfkraftwerke		Verbrennungsmaschinen		kombinierte Werke	
		Zahl der Werke	Maschinenleistung kW	Zahl der Werke	Maschinenleistung kW	Zahl	Leistung kW	Zahl	Maschinenleistung kW
1550	3878	1342	9 448 589	1 439	25 450 242	811	364 237	286	963 344

Trotz sinkender Erzeugung setzte sich die Tendenz auf Herabdrückung des Kohlenverbrauches je kWh fort. Die Zahlentafel 3 zeigt den Gesamtkohlenverbrauch und den je kWh sowie das Kohlenäquivalent der Brennstoffe, d. h. Erdöl und Erdgas. Deren Verbrauch hat sich wesentlich als Folge des Baues langer Rohrleitungen für diese Brennstoffe seit einigen Jahren stark gehoben, er entspricht bereits 8 ··· 10 Mill t Steinkohle.

Zahlentafel 3. Verbrauch an Kohle und anderen Brennstoffen (auf Kohle umgerechnet).

Jahr	Gesamterzeugung Mill kWh	mit Brennstoffen erzeugt	Kohlenverbrauch (Mill t)	Kohlenäquivalent aller Brennstoffe (Mill t)	Kohlenverbrauch je kWh (kg)
1928	87 850	53 154	41,35	46,39	0,80
1929	97 352	62 723	44,94	52,57	0,767
1930	95 936	62 915	42,90	50,65	0,735
1931	91 729	61 126	38,73	47,13	0,705
1932 •	84 045	50 825	31,49	38,29	0,686

• Für 12 Monate bis Ende Oktober 1932.

Von der Gesamterzeugung entfallen 86,1 % oder 71 636 499 323 kWh auf die großen Elektrizitätswerke von mehr als 100 Mill kWh Erzeugung. Ihre Zahl nimmt noch immer langsam zu, ein Zeichen dafür, daß die Konjunktur nicht ganz gleich verteilt ist. 1929 waren es 137 Werke, in den folgenden

[1] Bis zur Drucklegung dieses Berichtes hat sie sich genau auf der Höhe von 1931 gehalten.

Digitized by Google

beiden Jahren 142 und im Berichtsjahre 144, die die Hundertmillionengrenze überschritten hatten, wozu noch 11 Eisenbahn- und Untergrundbahnwerke kommen. 24 dieser Werke haben auch bereits die Milliardengrenze überschritten. An ihrer Spitze stehen seit langem die Niagara & Hudson Power Co. mit einer Erzeugung von jetzt 5,4 Mrd kWh, das New York Edison System mit rd. 5 Mrd und an dritter und vierter Stelle, wobei die Reihenfolge zuweilen wechselt, die Pacific Gas & Electric Co. und die Commonwealth Edison Co. (Chikago), mit 4 und 3,7 Mrd. Unter den Bahnkraftwerken verzeichnet die Interborough Rapid Transit Co. (New York) die bemerkenswerte Erzeugung von annähernd 1,2 Mrd kWh.

Interessant ist eine Untersuchung der Erzeugungsverhältnisse dieser Werke. Es betrugen im Jahre 1932 die

Zahlentafel 4. Benutzungstunden des Maximums der Großwerke.

	1932	1931	1930	1929	1928
Niagarawerke	5 855	5 930	6 300	6 290	—
New York Edison	4 200	4 145	4 000	3 820	3 740
Pacific Gas	5 495	5 340	5 330	5 290	5 260
Commonwealth Edison	4 330	4 685	4 410	4 505	4 110
Interborough Rapid	3 880	3 970	4 050	3 990	3 940

Netzmaxima und ihre Benutzungstunden bei der

Niagara & Hudson Power Co.	923 368 kW	5 855 h
New York Edison System	1 189 400 „	4 200 „
Pacific Gas & Electric Co.	728 900 „	5 495 „
Commonwealth Edison Co.	855 000 „	4 330 „
Interborough Rapid Transit	300 700 „	3 880 „

Der hohe Ausnutzungsfaktor der Niagara-Gesellschaft ist dem Anschluß sehr großer elektrochemischer Werke zuzuschreiben, der sich anderswo in solcher Konzentration wohl nicht so leicht wieder findet. Obwohl ihr Anschlüsse dieser Art zumeist fehlen, erreicht die Pacific Gas & Electric Co. eine nahezu ebenso gute Ausnutzung. Hier mag die Belastung mit gleichmäßig durchlaufenden Pumpanlagen eine solch ausgleichende Wirkung haben. Diese Gesichtspunkte gelten aber nicht für die beiden großstädtischen Werke in New York und Chikago, deren Belastung die aus Licht, Kleinkraft und Industriestrom gemischte aller großstädtischen Werke ist. Ihre Ausnutzung ist dafür bemerkenswert gut, während die der Kraftwerke der Interborough Rapid Transit Co. nicht besonders hoch ist, was angesichts des sehr dichten und verhältnismäßig gleichmäßigen Verkehrs eigentlich wundernimmt. Bei den angeführten Maxima ist zu berücksichtigen, daß es sich dabei um 30 min-Maxima handelt, während man in Deutschland gewöhnlich 15 min-Maxima mißt. Infolgedessen erscheint die Ausnutzung der amerikanischen Werke etwas günstiger als nach dem deutschen Verfahren gemessen.

Die Entwicklung des Stromabsatzes der Riesenwerke läuft natürlich parallel der allgemeinen amerikanischen Entwicklung, nur prägen sich deren Tendenzen bei ihnen vielleicht etwas schärfer aus. Die letzten 4 Jahrzehnte bringt Zahlentafel 5. Demnach er-

Zahlentafel 5. Entwicklung der Großwerke (Mill kWh).

	1932	1931	1930	1929
Kleinabnehmer	9 814	9 694	8 860	7 561
gewerbl. Kleinverbrauch	9 089	9 603	9 836	19 184
„ Großverbrauch	29 993	35 633	38 934	41 752
Städte	2 512	2 576	2 501	2 230
andere Abnehmer	1 231	1 715	1 572	971
Bahnen	5 234	5 698	6 209	5 149
Eigenverbrauch	0,953	1,044	1,019	1,395
Verluste	12 397	12 906	13 225	13 199

gab sich im letzten Jahre ein Rückgang in der Stromerzeugung von 9,6 %, der zum größten Teile (74 %) auf den gewerblichen Großverbrauch entfiel. Der gewerbliche Kleinverbrauch dagegen verhielt sich recht gut, er ging nur um 600 Mill kWh zurück. Um etwas über 100 Mill nahm wiederum der häusliche Verbrauch zu. Demgemäß sank der Stromabsatz an Großabnehmer von 62,5 % der Gesamterzeugung auf 51,8 %.

Die Ausnutzung der großen Werke in den letzten Jahren ist aus der vorhergehenden Zahlentafel 4 ersichtlich. Aus ihr ergibt sich, daß sowohl New York als auch die Pacific Gas & Electric noch in den Krisenjahren eine nicht unerhebliche Verbesserung der Kraftwerkausnutzung erreichen konnten, die bei New York sogar volle 460 h ausmacht. Dagegen ist der Rückgang besonders groß bei Niagara, wie es der vorwiegenden Großabgabe dieser Gesellschaft entspricht, und in geringerem Maße bei der Interborough Rapid Transit, ein Zeichen stark geschwundenen Großstadtverkehrs. Im großen Ganzen aber ist das Bild, das diese Zahlentafel 4 vermittelt, kein ungünstiges.

Die häuslichen Abnehmer im Gebiet der 144 Großwerke hatten in den letzten 4 Jahren folgende Strommengen je Abnehmer verbraucht:

1929	1930	1931	1932
492	551	605	618 kWh.

Das bedeutet eine Zunahme um 25,5 %, für Krisenzeiten ein sehr günstiges Zeichen. Die Gesamtzahl dieser Kleinabnehmer ist jetzt nur noch wenig größer als 1929, während sie inzwischen schon erheblich gestiegen war. Zum Vergleich sei erwähnt, daß der Durchschnittsverbrauch des Kleinabnehmers im ganzen Gebiete der V. S. Amerika im Berichtsjahre 601 kWh betrug.

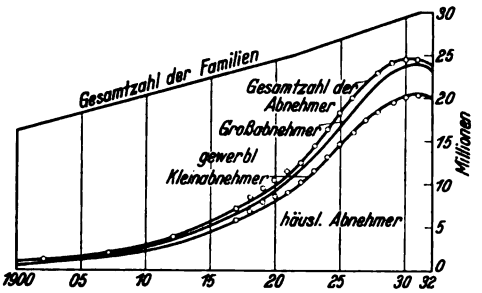


Abb. 5. Familienzahl und Abnehmerzahl.

Eine weniger erfreuliche Entwicklung zeigte der Posten „Verluste und unverbuchte Strommengen" in den gleichen Jahren. Eigentlich sollte er auf annähernd gleicher Höhe bleiben, indessen hat sich ein, sowohl in guten als auch in schlechten Jahren anhaltendes, beständiges Steigen bemerkbar gemacht. Gerade im letzten Jahre war die Steigerung besonders stark, was im Gegensatz steht zu den ständigen Betrachtungen und Untersuchungen in der Literatur über Verminderung der Netzverluste. Dagegen konnte der Eigenverbrauch beträchtlich herabgedrückt werden, etwa auf die Hälfte seines Wertes zu Anfang der betrachteten Periode. Hier ist zweifellos ein beachtenswerter technischer Fortschritt erzielt worden.

	1927	1928	1929	1930	1931	1932
	% der Gesamterzeugung					
Verluste und unverbucht	14,85	15,2	15,53	15,78	16,24	17,34
Eigenverbrauch	2,59	2,38	1,97	1,44	1,32	1,33

Während die oben wiedergegebenen Benutzungsstunden der Netzmaxima ein verhältnismäßig günstiges Bild ergeben, sind die Ausnutzungsfaktoren der Anlagen für die Großwerke im ganzen gesehen stark gefallen, eine natürliche Folge der Aufstellung von Maschinen auch noch nach Ausbruch der Krise. Die mittleren Ausnutzungsfaktoren der 144 Werke betrugen in den letzten sechs Jahren

1927	1928	1929	1930	1931	1932
34,1	34,3	35,9	32,7	30,2	26,6

Der scharfe Sturz im letzten Jahre ist zweifellos mit auf die Aufstellung der Riesenmaschinen in New York und Waukegan zurückzuführen, während der Stromabsatz und das Netzmaximum des New Edison-Systems noch bis 1931 gewachsen sind, in welchem Jahre die Gesellschaft die Fünfmilliardengrenze überschritt, hinter der sie im letzten Jahre allerdings wieder um 19 Mill zurückblieb.

Die Zahl der Abnehmer im ganzen Gebiete der V. S. Amerika betrug 24 187 151, was gegenüber dem Vorjahre eine Abnahme um 302 619 bedeutet. Der Hauptteil hiervon entfällt auf die häuslichen Abnehmer, deren Zahl sich um mehr als 276 000 verringerte. Trotzdem erhöhte sich, wie schon oben erwähnt, der häusliche Verbrauch, was für später eine günstige Aussicht gestattet. Auch die Zahl der gewerblichen Kleinabnehmer sank um etwa 34 000, während die der Großabnehmer um rd. 8000, das sind fast 1,5 %, stieg. Trotzdem sank gerade der Stromabsatz an Großabnehmer besonders stark. Die Abnahme der Zahl der häuslichen Abnehmer bedeutet eine weitere Entfernung vom Sättigungspunkte der Familienzahl, dem Punkte, an dem überhaupt alle von elektrischen Leitungsnetzen aus erreichbaren Familien auch

Digitized by Google

Anschluß haben. Bis 1930 schien es so, als strebe die Entwicklung diesem Sättigungspunkte, der annähernd bei 80 % der Einwohnerzahl der V. S. Amerika liegt, kräftig zu, dann aber trat der Rückschlag ein. Die Abb. 5 zeigt in der oberen Geraden die Gesamtzahl der Familien, in den unteren Kurven die Zahlen der Abnehmer, von oben nach unten Großabnehmer, gewerbliche Kleinabnehmer und häusliche Abnehmer. *(Schluß folgt.)*

Nichtlineare Verzerrungen von Mikrophonen.

Von **Hans-Joachim von Braunmühl** und **Walter Weber**, Berlin.

Übersicht. Die Güte von Mikrophonen ist in erster Linie gekennzeichnet durch die Frequenzkurve, die Größe des Störgeräusches und die Stärke der nichtlinearen Verzerrungen. Bei Kohlemikrophonen läßt sich die Größe der Verzerrung außer durch Angabe des Klirrfaktors kennzeichnen durch die Stärke des Differenztons[1, 2, 3] bei gleichzeitigem Auffallen von zwei reinen Tönen. Nachstehend wird gezeigt, daß es für die Beschreibung der Arbeitsweise und die Beurteilung der Güte eines Mikrophons nicht ausreicht, die Stärke der Kombinationstöne bei zufällig gewählten Primärfrequenzen anzugeben, daß vielmehr die Nichtlinearitäten in dem ganzen Frequenz- und Intensitätsbereich bekannt sein müssen.

1. Einleitung.

Die nichtlinearen Verzerrungen bei Übertragungsgliedern lassen sich in zwei Hauptgruppen einteilen: erstens in solche Verzerrungen, die das Hinzutreten von harmonischen Obertönen zu den ursprünglich allein vorhandenen Tönen bewirken, und zweitens in solche, bei denen unharmonisch liegende Kombinationstöne auftreten. Die erste Art von Verzerrungen wird hervorgerufen durch die Ausnutzung einer Arbeitskennlinie um einen symmetrisch gelegenen Arbeitspunkt herum über den geradlinigen Teil hinaus. Ein angenähertes Beispiel für eine solche Verzerrung ist die Übersteuerung eines eisenhaltigen Transformators ohne Gleichstrombelastung. Die Größe von Verzerrungen dieser Art ist festgelegt durch die Angabe des Klirrfaktors als das Verhältnis der Effektivspannungen aller entstandenen Obertöne zum Effektivwert der Gesamtspannung. Die Schädlichkeit des Klirrfaktors hängt nicht bloß von seiner Größe, sondern auch von der Zahl und Lage der an seinem Zustandekommen beteiligten Obertöne ab. Untersuchungen über die subjektive Hörbarkeit von hinzutretenden Obertönen sind von Janovsky[4] gemacht worden. Da die meisten natürlichen Klänge schon eine große Anzahl von Obertönen enthalten, wirkt das Hinzutreten von weiteren Oberschwingungen subjektiv weniger schädlich, als man zunächst vielleicht erwarten sollte.

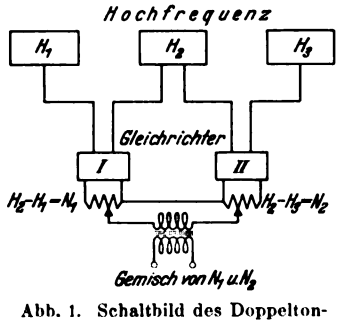
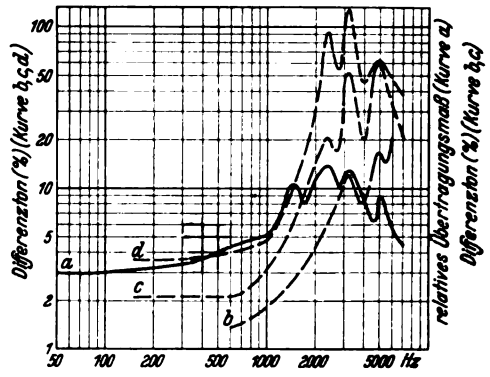


Abb. 1. Schaltbild des Doppeltongenerators.

Wesentlich anders wirken Verzerrungen der zweiten Art. Sie treten nur auf bei gleichzeitigem Auffallen mehrerer Töne verschiedener Frequenz auf das Übertragungsglied und werden bewirkt durch Benutzung einer zum Arbeitspunkt unsymmetrisch liegenden Kennlinie (Gleichrichterwirkung). Ein Beispiel für Verzerrungen dieser Art ist eine Röhrenkennlinie mit unsymmetrisch liegendem Arbeitspunkt. Im Gegensatz zum Klirrfaktor treten bei den unsymmetrischen Verzerrungen im allgemeinen unharmonisch liegende neue Töne auf. Hieraus ergibt sich, daß die Störfähigkeit wesentlich größer ist als bei den Verzerrungen der ersten Art. Es kommt hinzu, daß bei hohen Frequenzen die durch symmetrische Verzerrungen hervorgerufenen Oberschwingungen von den Übertragungsgliedern nur geschwächt oder gar nicht mehr wiedergegeben werden, während bei den Verzerrungen der zweiten Art die Kombinationstöne, insbesondere die Differenztöne erster Ordnung, gerade in den mittleren Tonbereich fallen können.

Zu den Übertragungsgeräten, die eine Neigung zu Verzerrungen der zweiten Art besitzen, gehören vor allem die Kohlemikrophone. Bei Klirrfaktormessungen an Kohlemikrophonen werden im allgemeinen keine schädlichen Verzerrungsgrade festgestellt, jedenfalls keine größeren, als sie auch an anderen Übertragungsgliedern vorhanden sind[5]. Trotzdem zeigt die Erfahrung, daß schon bei einem sonst als zulässig erachteten Klirrfaktor bei den Kohlemikrophonen auffallend starke Verzerrungen entstehen. Die Erklärung hierfür ist, daß bei dem Kohlemikrophon die unsymmetrischen Verzerrungen in starkem Maße auftreten und infolgedessen der Klirrfaktor in der üblichen



a Frequenzkurve der Mikrophonempfindlichkeit
b, c, d Frequenzkurven des Differenztones bei verschiedenen Schalldrücken, und zwar *b*) 5 dyn cm^{-2}, *c*) 10 dyn cm^{-2}, *d*) 20 dyn cm^{-2}. Die Größe des Differenztones ist in % der Stärke eines Primärtones bei 800 Hz angegeben.

Abb. 2. Einseitiges Kohlemikrophon.

Definition allein kein Maß für die Güte der Mikrophone bildet. Es ist vielmehr notwendig, zur Kennzeichnung der Mikrophongüte die Stärke der auftretenden Kombinationstöne anzugeben. Messungen dieser Art sind von E. Meyer[6] durchgeführt worden. Dabei wurde das Mikrophon mit zwei Primärtönen der Frequenzen 1450 und 1600 Hz betont und die Stärke der meßbar vorhandenen Kombinationstöne festgestellt. Es wurde dabei die Vermutung bestätigt, daß trotz eines verhältnismäßig geringen Klirrfaktors starke Kombinationstöne auftraten, und zwar zeigte die Analyse, daß der Differenzton erster Ordnung gegenüber allen durch die Verzerrung neu hinzutretenden Tönen die bei weitem größte Stärke besitzt und zur Kennzeichnung der Güte des Mikrophons geeignet ist.

Aber auch die Größe des bei diesen Untersuchungen ermittelten Differenztones konnte die subjektiv feststellbaren Verzerrungen nicht völlig erklären, die beim Auftreten besonders komplizierter Klänge mit starken hohen Teiltönen (Schlüsselklimpern, Klingel, hohes Schlagzeug) auftraten. Die hierbei gemachten Beobachtungen führten dazu, die bisherigen Meßverfahren so zu erweitern, daß die Stärke des beobachteten Differenztones nicht bloß bei zwei bestimmten, mehr oder weniger zufällig gewählten Primärfrequenzen ermittelt, sondern über einen möglichst großen Teil des Hörbereiches gemessen wurde. Zur Durchführung dieser Untersuchungen wurde ein Verfahren ausgearbeitet, welches gestattet, die Frequenzabhängigkeit der nichtlinearen Verzerrungen dieser Art fortlaufend aufzuzeichnen. Hierbei wurde es möglich, eine den üblichen Frequenzkurven der Empfindlichkeit entsprechende Frequenzkurve der Nichtlinearitäten aufzunehmen.

2. Meßverfahren.

Zur Aufzeichnung der Frequenzkurve der Nichtlinearitäten ist es notwendig, daß das den Differenzton bildende Tonpaar das zu untersuchende Frequenzband kontinuierlich durchläuft. Da zur Erfassung der Größe der Differenzschwingung die zwei primären Meßfrequenzen

[1] C. A. Hartmann, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 5, S. 346 (1928).
[2] E. Meyer, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 5, S. 398 (1928).
[3] M. Grützmacher u. P. Just, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 8, S. 110 (1931).
[4] W. Janovsky, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 11, S. 421 (1929).
[5] C. A. Hartmann, wie Fußnote 1.
[6] E. Meyer, wie Fußnote 2.

Digitized by Google

ausgesiebt werden müssen, ist es wünschenswert, daß zur Vereinfachung des Aufwandes an Siebmitteln die Differenzschwingung innerhalb eines Durchlaufvorganges eine konstante Frequenz besitzt, d. h. daß der Frequenzabstand (nicht das Intervall) der beiden Primärtöne konstant bleibt. Zur Herstellung von Primärschwingungen, welche dieser Bedingung genügen, ist ein Überlagerungsummer besonderer Konstruktion (Abb. 1) geeignet. Er besteht aus drei hochfrequenten Schwingungskreisen H_1, H_2 und H_3. Zur Erzeugung der zwei Niederfrequenzschwingungen wird H_1 mit H_2 und H_3 mit H_2 auf getrennte Gleichrichter überlagert. Die Frequenzen von H_1 und H_3 werden so eingestellt, daß sie um den gewünschten Betrag der Differenzschwingung $p - q$ in den Schwingungszahlen voneinander abweichen. Durch Änderung der Hochfrequenz H_2 mittels eines Drehkondensators werden die gewünschten Meßfrequenzen p und q erzeugt. Durch mechanischen Antrieb dieses Drehkondensators können die Niederfrequenzen in dem gewünschten Bereiche stetig geändert werden.

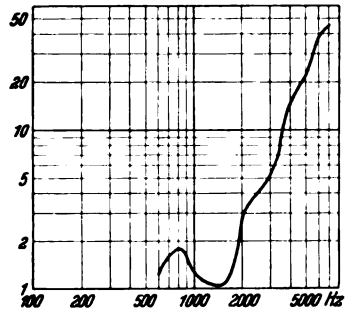


Abb. 3. Einseitiges Kohlemikrophon. Frequenzkurve des Differenztons bei konstanter Ausgangspannung des Mikrophons (der Meßschalldruck wurde reziprok der Mikrophonempfindlichkeit nachgeregelt). Schallstärke bei der Messung 20 dyn cm^{-2} bei 800 Hz.

Die beiden so erhaltenen Niederfrequenzen p und q, die also einen konstanten Frequenzabstand besitzen, werden auf das zu untersuchende Übertragungselement geschaltet. Hinter dem Übertragungselement werden die Frequenzen p und q durch ein elektrisches Filter ausgesiebt. Die Höhe der Differenzschwingung und die Beschaffenheit der Siebkette sind durch folgende zwei Forderungen bestimmt. Einmal soll der Differenzton $p - q$ so tief wie möglich liegen, um die Messung auch bei tiefen Primärfrequenzen genau ausführen zu können. Anderseits muß die eingestellte Differenzschwingung innerhalb des Übertragungsbereiches des zu untersuchenden Vierpols liegen. Hinter der Siebkette liegen ein Verstärker und ein schreibendes Röhrenvoltmeter, welches die Größe der Spannung der Differenzschwingung während der stetig sich ändernden Primärfrequenzen aufzeichnet. Durch Eichung des Frequenzkondensators von H_2 in bezug auf die Ablaufgeschwindigkeit des Schreibgerätes können die Werte der Differenzschwingung für die einzelnen Primärfrequenzen angegeben werden. Bei Kenntnis der Restdämpfung der Siebkette können die so gewonnenen Werte des Differenztones in Beziehung gesetzt werden zu der Stärke der Primärtöne und als Maß für die nichtlinearen Verzerrungen des jeweils zugeordneten Frequenzgebietes dienen. Bei den tiefsten Frequenzen, bei welchen die Primärfrequenzen in die Gegend des gesuchten Differenztones fallen, können von den Siebleitern außer dem Differenzton erster Ordnung $p - q$ auch solche höherer Ordnung durchgelassen werden. Die hierbei entstehenden Fehler sind klein einmal wegen der verhältnismäßig geringen Stärke von Differenztönen höherer Ordnung; sie können außerdem noch verringert werden durch Wahl eines besonders tiefen Differenztones und einer entsprechenden Siebkette bzw. durch Anwendung eines Bandpaßfilters mit geringer Lochbreite.

3. Meßergebnisse.

a) Hochwertiges Kohlemikrophon.

Die Messung erfolgte einmal bei einer Schallstärke der zwei Primärtöne von 5 dyn cm^{-2}, ein zweites Mal bei 10 dyn cm^{-2} sowie bei 20 dyn cm^{-2} je Primärton. Die Ergebnisse sind in den drei Kurven b, c und d (Abb. 2) dargestellt, wobei die Ordinaten die prozentuale Stärke der Differenzschwingung, bezogen auf die Ausgangspannung des Mikrophons bei 800 Hz, angeben. Außerdem ist in der Abbildung die Frequenzkurve des Mikrophons eingezeichnet (Kurve a). Der Wert 800 Hz als Bezugsfrequenz wurde gewählt, weil diese Frequenz etwa die geometrische Mitte des Übertragungsbereiches darstellt. Oberhalb dieser Frequenz besitzt die Empfindlichkeit des Mikrophons einen merklichen Anstieg, unterhalb einen allmählichen Abfall. Die Maxima des Differenztones liegen in der Gegend der größten Mikrophonempfindlichkeit. Die Vermutung lag nahe, daß eine Proportionalität zwischen der Aussteuerung des Mikrophons, also seiner Frequenzkurve, und der Stärke des Differenztones besteht. Infolgedessen wurde der Differenzton bei konstanter Aus-

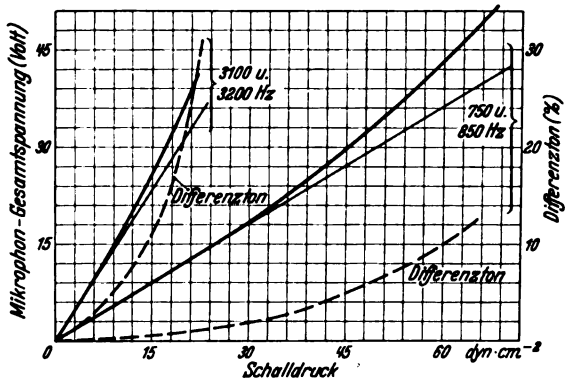


Abb. 4. Einseitiges Kohlemikrophon. Verlauf der Gesamtspannung und der Differenztonspannung in Abhängigkeit vom Schalldruck für Primärfrequenzen bei 800 und 3150 Hz.

steuerung des Mikrophons aufgeschrieben, indem der Schalldruck während der Messung so verändert wurde, daß die Ausgangspannung des Mikrophons für alle Frequenzen gleich blieb. Das Meßergebnis ist in Abb. 3 für die Schallstärke von 20 dyn cm^{-2} niedergelegt. Es zeigt sich, daß unabhängig von der Mikrophonempfindlichkeit ein steiler Anstieg der Differenztonstärke vorhanden ist.

Zur weiteren Untersuchung des verschiedenen Verhaltens des Mikrophons bei den tiefen und hohen Frequenzen wurden Amplitudenkurven aufgenommen, indem die Schallstärke des Lautsprechers meßbar gesteigert und zu den einzelnen Lautstärkenstufen die Ausgangspannung des Mikrophons gemessen wurde. Die Ergebnisse sind in der Abb. 4 dargestellt. Es zeigt sich, daß für die hohen Frequenzen die Abweichungen vom proportionalen Verlauf der Amplituden-Kennlinie bei 20 dyn cm^{-2} schon 18 % betragen, während sie bei mittleren Frequenzen (800 Hz) noch unmeßbar klein sind und erst bei 55 dyn cm^{-2} die Größe von 15 % erreichen. Gleichzeitig ist in der Abb. 4 das Anwachsen des Differenztones mit der Schallstärke dargestellt. Eine Übereinstimmung der angegebenen Stärke des Differenztones mit den Angaben der Abb. 2 besteht nicht, da in dem letzten Falle nicht auf die Empfindlichkeit von 800 Hz, sondern auf die Empfindlichkeit bei den jeweils benutzten Primärfrequenzen bezogen wurde.

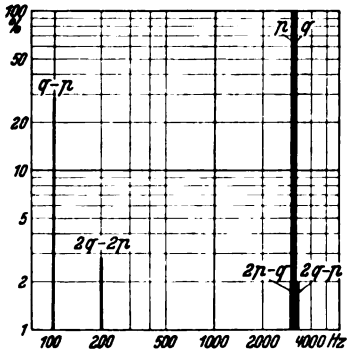


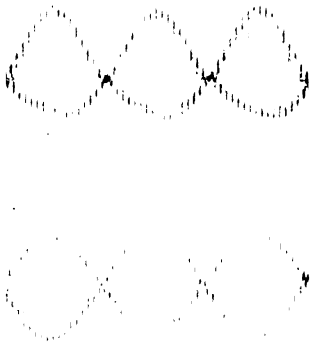
Abb. 5. Einseitiges Kohlemikrophon. Klangspektrum beim Betönen des Mikrophons mit 3100 und 3200 Hz, je 20 dyn cm^{-2} Schalldruck.

Das beschriebene Meßverfahren benutzte die Stärke des Differenztones erster Ordnung zur Kennzeichnung der Größe der Verzerrung. Um festzustellen, in welchem Maße dieses berechtigt ist bzw. welchen Anteil die Kombinationstöne höherer Ordnung an der Gesamtverzerrung haben, wurden Analysen des verzerrten Klanges gemacht. Eine solche Analyse bei zwei besonders stark verzerrenden Primärfrequenzen ist in Abb. 5 dargestellt. Es zeigt sich in Übereinstimmung mit Abb. 4, daß die Stärke des Differenztones erster Ordnung ungefähr 30 % beträgt und die Differenztöne höherer Ordnung nur 2 ··· 3 % betragen. Es ist also für die vorliegende Untersuchung berechtigt, den Differenzton erster Ordnung als Verzerrungsmaß anzugeben.

In Abb. 6 a ist ein Oszillogramm dargestellt, welches hinter dem Mikrophon beim Auftreffen zweier Primärfrequenzen von ungefähr 3000 Hz und je 20 dyn cm^{-2} erhalten wurde. Abb. 6 b ist das Oszillogramm des gleichen Vorgangs hinter einem Kondensatormikrophon. Der stark unsymmetrische Charakter der Kurve a gegenüber der

Digitized by Google

vom Kondensatormikrophon abgegebenen Spannung *b* ist deutlich zu erkennen. Die Schallstärke im Schwebungsmaximum besitzt bei gleicher Größe der beiden Primärtöne den doppelten Wert jedes einzelnen Primärtones. Dieses ist bei der Beurteilung der in den Kurven angegebenen Bezugswerte der Schallstärke zu berücksichtigen.

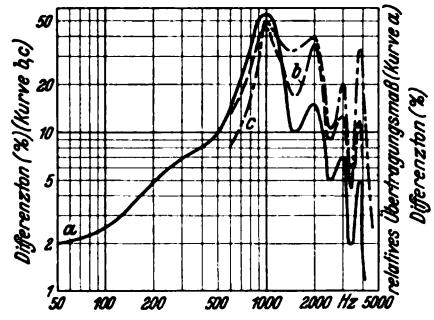


a einseitiges Kohlemikrophon
b Kondensatormikrophon

Abb. 6. Mikrophon-Ausgangsspannungen bei gleichzeitiger Betönung mit 3050 und 3200 Hz bei einem Schalldruck von 20 dyn cm^{-2}.

b) Fernsprechmikrophon.

In gleicher Weise wie das hochwertige Kohlemikrophon wurde ein gewöhnliches Fernsprechmikrophon untersucht. Die Ergebnisse sind in der Abb. 7 niedergelegt, und zwar stellen die Kurven *b* und *c* die prozentuale Stärke des Differenztones bei einer Schallstärke von 10 bzw. 20 dyn cm^{-2} eines einzelnen Tones, bezogen auf die Ausgangspannung des Mikrophons bei 800 Hz, dar. Kurve *a* ist die Frequenzkurve des untersuchten Mikrophons. Es zeigt sich, daß die Maxima der Differenztonkurve weitgehend mit denen der Frequenzkurve zusammenfallen.



a Empfindlichkeit der untersuchten Kapsel
b Differenztonstärke in % eines Primärtones bei 800 Hz, Schalldruck 10 dyn cm^{-2} je Primärton
c wie *b*, Schalldruck 20 dyn cm^{-2} je Primärton

Abb. 7. Fernsprechmikrophon.

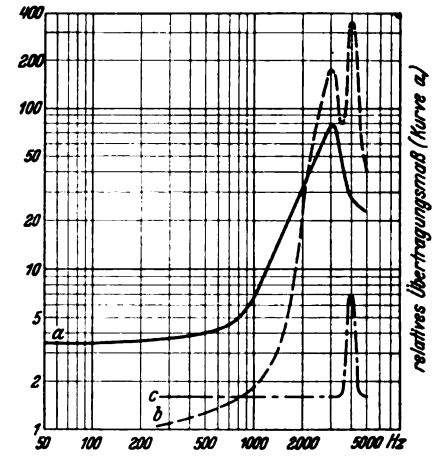
c) Differentialmikrophon.

Als letztes Mikrophon wurde ein Differentialmikrophon der Western-Electric Co. untersucht. Der symmetrische Aufbau dieses Mikrophons läßt eine Neigung zur Bildung von Kombinationstönen wie bei den bisher beschriebenen Mikrophonen nicht in dem gleichen Maße erwarten. Die Kurve *a* der Abb. 8 zeigt die Frequenzkurve dieses Mikrophons. Der starke Anstieg nach den hohen Frequenzen zu bedingt auch hier ein entsprechend starkes Ansteigen des Differenztones, wie die Kurve *b* zeigt. Wird jedoch die abgegebene Spannung des Mikrophons durch entsprechende Einstellung des Schalldruckes konstant gehalten, so bleibt der an sich kleine Differenzton nahezu konstant; nur bei 4000 Hz ist eine sehr scharfe Spitze vorhanden, deren Vorhandensein auf ein unsymmetrisches Verhalten der beiden Kohlekammern untereinander bei dieser Frequenz zurückzuführen sein dürfte.

4. Folgerungen.

Die Untersuchungen über die nichtlinearen Verzerrungen von Kohlemikrophonen durch Messungen der Frequenzabhängigkeit der Stärke des Differenztones zeigen, daß es für die Beschreibung der Arbeitsweise und die Beurteilung der Güte eines Mikrophons nicht ausreicht, etwa den Klirrfaktor oder die Stärke von Kombinationstönen bei zufällig gewählten Primärfrequenzen anzugeben, daß vielmehr die Nichtlinearitäten in dem ganzen Frequenz- und Intensitätsbereich bekannt sein müssen.

Zum Verständnis der Meßergebnisse, insbesondere des starken Anstieges der Verzerrungen bei hohen Frequenzen, kann nachstehende Vorstellung beitragen. Bei den unter a) beschriebenen Mikrophonen ist die wirksame Kohle-



a Empfindlichkeit der untersuchten Kapsel
b Differenzton in % bis 800 Hz, Schalldruck 20 dyn cm^{-2}
c Differenztonstärke bei konstanter Ausgangspannung des Mikrophons (der Meßschalldruck wurde reziprok zur Mikrophonempfindlichkeit nachgeregelt), Schallstärke bei der Messung 20 dyn cm^{-2} bei 800 Hz.

Abb. 8. Differentialmikrophon.

schicht des Mikrophons auf der einen Seite von einer nichtschwingungsfähigen Wand, auf der anderen Seite von einer ungespannten Membran abgeschlossen. Unter dem Einfluß des auftreffenden Schalles führt die Membran Bewegungen aus und überträgt sie auf die Kohleschicht. Die Bewegung des Systems Membran—Kohleschicht unter dem Einfluß des Schalldrucks ist unsymmetrisch, und zwar erfolgt das Zusammendrücken des Kohlepulvers unter anderen Bedingungen als der rückläufige Vorgang, die Auslenkungen vollziehen sich also auf einer gekrümmten Arbeitskennlinie mit unsymmetrisch gelegenem Arbeitspunkt. Je weiter diese Kennlinie ausgenutzt wird, je stärker also die Kohleschicht ausgesteuert wird, um so stärker wird auch der den Verzerrungen entsprechende Differenzton.

Nach dem Meßbefund nehmen aber die Verzerrungen auch bei gleich gehaltener Mikrophonaussteuerung (erhalten durch Regelung der Schallstärke entsprechend dem reziproken Verlauf der Frequenzkurve) mit steigender Frequenz stark zu. Dies läßt sich dahin deuten, daß sich die Kohleschicht selbst in Abhängigkeit von der Frequenz in eine stärker und eine weniger stark ausgesteuerte Schicht aufteilt. Bei den tiefen Frequenzen führen die an der Membran anliegenden Kohleteilchen die größten Bewegungen aus. Mit zunehmender Entfernung von der Membran nehmen die Schwingungsweiten ab und werden für die an der starren Rückwand anliegenden Körner zu Null. Mit steigender Frequenz verschiebt sich jedoch die Grenze, von der ab die Bewegungen zu Null werden, von der Rückwand nach der Membran. Es wäre zunächst zu erwarten, daß hierdurch bei gleich gehaltenem Schalldruck in dem gleichen Maße, wie sich die Schicht aufteilt, die Empfindlichkeit des Mikrophons sinkt. Die Frequenzkurve zeigt jedoch, daß dies nicht der Fall ist, daß im Gegenteil bei den hohen Frequenzen ein geringer Anstieg vorhanden ist und erst bei den höchsten Frequenzen ein Abfall auftritt. Die daraus zu folgernden unverhältnismäßig großen Bewegungsamplituden an der vorderen Teilschicht des Kohlepulvers lassen sich durch die Annahme erklären, daß innerhalb der Kohleschicht selbst Resonanzerscheinungen auftreten, die sich über ein verhältnismäßig breites Frequenzgebiet erstrecken[7]. Die starke Aussteuerung einer Teilschicht verursacht naturgemäß starke Verzerrungen und entsprechend hohe Werte für den Differenzton.

Bei den Fernsprechmikrophonen (b) ist der Schwingungsverlauf in erster Linie bestimmt durch die mit Masse und Rückstellkraft versehene Kohlemembran, so daß die Eigenschaften innerhalb des Kohlepulvers von untergeordneter Bedeutung sind.

[7] C. A. Hartmann, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 4, S. 375 (1928).

Digitized by Google

Schwungmoment und Trägheitsmoment in der Elektrotechnik.

Von **H. Görges**, Dresden.

Übersicht. Das „Schwungmoment" ist vor etwa 30 Jahren in die Elektrotechnik eingeführt worden, im allgemeinen Maschinenbau und in der theoretischen Mechanik ist es ungebräuchlich. Es ist einfach das Vierfache des Trägheitsmomentes und wie dieses verschieden zu schreiben — mit g oder ohne g —, je nachdem man im technischen oder im absoluten Maßsystem rechnet. In der Elektrotechnik ist es im allgemeinen vorteilhafter, es ohne g zu schreiben. Es liegt aber nicht der geringste Grund vor, es beizubehalten, vielmehr spricht alles dafür, es ganz auszumerzen.

In den Preislisten der Firmen über Wechselstrommaschinen wird auch das Schwungmoment angegeben, ebenso wird im Schrifttum häufig Gebrauch von ihm gemacht. Über Bedeutung und Maß dieser Größe trifft man immer wieder auf widersprechende Ansichten und Mißverständnisse. Es handelt sich besonders um die Fragen: In welcher Beziehung steht das Schwungmoment zum Trägheitsmoment und in welchen Zahlenwerten ist es in die Rechnungen einzusetzen? Daran schließt sich die Frage: Können wir es nicht ganz entbehren?

Das Trägheitsmoment wird im Maschinenbau besonders bei Rotationskörpern benutzt und auf die Rotationsachse bezogen. Ist r der Abstand eines Massenteilchens dm von dieser Achse, so ist das Trägheitsmoment

$$J = \int r^2 \, dm, \tag{1}$$

erstreckt auf alle Massenteilchen des Körpers. Die Technik hat hierbei den „Trägheitshalbmesser" R und den „Trägheitsdurchmesser" $D = 2R$ eingeführt, indem sie

$$J = m R^2 = \frac{m D^2}{4} \tag{2}$$

schreibt. Unter m ist die gesamte Masse des Körpers zu verstehen. R und D sind also durch die Gleichungen

$$R = \sqrt{\frac{1}{m} \int r^2 \, dm} \text{ und } D = \sqrt{\frac{1}{m} \int 4 r^2 \, dm} \tag{3}$$

definiert. Setzt man in Gl. (2)

$$m = \frac{G}{g}, \tag{4}$$

worin G das Gewicht, g die Fallbeschleunigung bedeuten, so erhält man für das Trägheitsmoment

$$J = \frac{G R^2}{g} = \frac{G D^2}{4 g}. \tag{5}$$

Wer im technischen Maßsystem rechnen will, muß sich dieser Ausdrücke bedienen. Im absoluten Maßsystem wird aber die Masse in Gramm, Kilogramm oder Tonnen ausgedrückt, also durch das z. B. mittels einer Waage festgestellte Gewicht. Ersetzen wir daher in (2) m durch G, so erhalten wir

$$J = G R^2 = \frac{G D^2}{4}. \tag{6}$$

Nun scheint man vielfach der Meinung zu sein, daß man mechanische Größen nur in technischem Maß, elektrische Größen nur in absolutem Maß ausdrücken könne. Ich selbst multipliziere z. B. in dem Aufsatz „Über das Verhalten parallelgeschalteter Wechselstrommaschinen[1]" das Trägheitsmoment mit g, „weil der Faktor $g = 9{,}81$ nötig sei, um die lebendige Kraft in Ws zu erhalten". Man schreibt also ein für allemal für das Trägheitsmoment den Ausdruck (5) und zieht daraus den Schluß, daß das Schwungmoment GD^2 eine von dem Trägheitsmoment wesensverschiedene Größe sei, denn G/g sei eine Masse, G dagegen eine Kraft. So sagt z. B. Pflieger-Hartung[2]: „Das Schwungmoment ist eine gänzlich anders geartete Größe als das Trägheitsmoment. Während dieses die unveränderliche Masse enthält, steckt in jenem das vom Ort des Körpers abhängige Gewicht. Demnach ist das Schwungmoment keine konstante Größe mehr wie das Trägheitsmoment."

Dem steht die andere Auffassung gegenüber, daß beide Schreibweisen berechtigt sind, die nach Gl. (5) und die nach Gl. (6). Im ersten Falle betrachten wir G als eine Kraft und bewegen uns im technischen Maßsystem, im anderen Falle betrachten wir G als eine Masse und bewegen uns im absoluten Maßsystem. Welche von beiden Auffassungen in der Elektrotechnik die einfachere ist, und ob man das Trägheitsmoment oder das Schwungmoment vorzuziehen habe, mögen die folgenden Beispiele zeigen.

Zur experimentellen Bestimmung des Trägheitsmomentes dient das Auslaufverfahren, das auch dadurch interessant ist, daß es eine mechanische Größe durch die Messung einer elektrischen Leistung und einer Zeit zu bestimmen gestattet. Um die Bedeutung des Trägheitsmomentes in ihm klar zum Ausdruck kommen zu lassen, sei es gestattet, das Verfahren aus den Grundgleichungen noch einmal abzuleiten, obwohl es sich in Zeitschriften und Büchern vielfach beschrieben findet.

Wir kuppeln das Schwungrad direkt mit dem Anker eines mit konstanter Spannung fremd erregten Gleichstrommotors und messen die dem Anker zugeführte Leistung. Die erste Grundgleichung lautet

$$J \frac{d^2 \alpha}{dt^2} = J \frac{d\omega}{dt} = M. \tag{7}$$

J ist das gesamte Trägheitsmoment der umlaufenden Teile, α der zurückgelegte Winkel, t die Zeit, ω die Winkelgeschwindigkeit, M das beschleunigende Moment. Die dem Anker zugeführte Leistung $U_a I_a$ setzt sich in die Stromwärmeleistung $R_a I_a^2$, die Verluste V_r durch Reibung, die Eisenverluste V_e und die zur Beschleunigung verfügbare Leistung $M\omega$ um. Die zweite Grundgleichung ist also

$$U_a I_a = R_a I_a^2 + (V_r + V_e) + M\omega. \tag{8}$$

Aus (7) und (8) folgt

$$J\omega \frac{d\omega}{dt} = U_a I_a - R_a I_a^2 - (V_r + V_e). \tag{9}$$

Wir machen nun zwei Versuche. Beim ersten führen wir dem Anker soviel elektrische Leistung zu, daß seine Winkelgeschwindigkeit genau konstant bleibt. Dann ist $d\omega/dt = 0$ und aus Gl. (9) folgt

$$V_r + V_e = U_a I_a - R_a I_a^2. \tag{10}$$

Diese Bestimmung der Verluste können wir für beliebige verschiedene Geschwindigkeiten ausführen. Zweitens erhöhen wir die Winkelgeschwindigkeit (ohne den Motor vorher zum Stillstand kommen zu lassen) über die größte der vorher benutzten Geschwindigkeiten hinaus und unterbrechen den Ankerstrom. Dann ist

$$J\omega \frac{d\omega}{dt} = -(V_r + V_e). \tag{11}$$

Setzen wir hierin die aus dem ersten Versuche nach Gl. (10) bestimmten Verluste ein, so erhalten wir z. B. für ω_1

$$J = -\frac{U_a I_{a_1} - R_a I_{a_1}^2}{\omega_1 \left(\frac{d\omega}{dt}\right)_1} = -\frac{U_a I_{a_1} - R_a I_{a_1}^2}{\left(\frac{2\pi}{60}\right)^2 n_1 \left(\frac{dn}{dt}\right)_1}, \tag{12}$$

wo n_1 die Drehzahl in der Minute ist. Zeichnet man sich in einem rechtwinkligen Koordinatensystem die Auslaufkurve n über t auf, so ist $n\,dn/dt$ der Subnormale proportional.

In welcher Dimension und in welchem Maß erhalten wir das Trägheitsmoment aus Gl. (12)? Die Dimension der Leistung ist $L^2 M T^{-3}$, die der Winkelgeschwindigkeit T^{-1}, daher die des Trägheitsmomentes $L^2 M T^{-3}/T^{-3} = L^2 M$. Drücken wir die Leistung in Watt aus, so ist ihr Maß im CGS-System $10^7\ \mathrm{cm^2\,g\,s^{-3}}$, die des Trägheitsmomentes also $10^7\ \mathrm{cm^2\,g} = \mathrm{kg\,m^2}$. Multiplizieren wir diese Größe mit 4, so erhalten wir das Schwungmoment, wie es in den Preislisten gewöhnlich angegeben wird. Das Trägheitsmoment ist also in absolutem Maß gemessen gleich dem vierten Teil des Schwungmomentes.

Der Elektrotechniker rechnet auffälligerweise im allgemeinen nicht mit dem Trägheitsmoment J, sondern mit dem Schwungmoment, wobei er kein besonderes Formelzeichen benutzt. Er spricht häufig auch nicht vom Schwungmoment, sondern vom Ge-De-Quadrat. Rechnet er im technischen Maßsystem, so tritt der schwerfällige Ausdruck $GD^2/4g$ in den Formeln auf. Anderseits setzt sich der Gebrauch der absoluten Maße in der Elektrotechnik immer mehr durch. Seit etwa zwei Jahrzehnten wird in den Preislisten der Firmen auch die mechanische

[1] ETZ 1900, S. 190.
[2] Siemens-Z. Bd. 1, S. 98 (1921).

Digitized by Google

Leistung der Motoren in erster Linie in Kilowatt, erst in zweiter Linie in Pferdestärken angegeben. Im absoluten Maßsystem kommt aber der Ausdruck $GD^2/4g$ nicht vor.

Wir betrachten weiter eine Förderanlage mit einem Motorgenerator und einer Ilgner-Schwungscheibe. Hier ist es besonders bequem, mit dem absoluten Meter-Tonnen-Sekunden-System zu rechnen, das in Frankreich seit 1919 offiziell eingeführt ist[3]. In diesem System ist die Krafteinheit 100 Megadyn (im Französischen sthène genannt), die Arbeitseinheit die Kilowattsekunde, die Leistungseinheit das Kilowatt.

Um eine Last von G Tonnen zu heben, ist eine Kraft von $G\,g \cdot 100$ Megadyn erforderlich und bei h Meter Förderhöhe eine Arbeit von $G\,g\,h$ Kilowattsekunden. Setzt man z. B. $G = 5$ t, $g = 9{,}81$ m/s², $h = 600$ m, so erhält man die Arbeit $5 \cdot 9.81 \cdot 600 = 29\,430$ kWs. Bei einer mittleren Geschwindigkeit von 20 m/s ist die Zeitdauer eines Hubes 30 s, daher die mittlere Leistung $29\,430/30 = 981$ kW.

Die Ilgner-Schwungscheibe möge mitsamt den Ankern bei 500 U/min eine dreimal so große kinetische Energie besitzen, wie vorher an Arbeit verlangt wurde, also $3 \cdot 29\,430 = 88\,290$ kWs. Nun ist die kinetische Energie der umlaufenden Massen

$$W = \frac{1}{2}\,\omega^2 J = \frac{1}{2}\left(\frac{2\pi n}{60}\right)^2 J = 5{,}48 \cdot 10^{-3} \cdot n^2 J. \qquad (13)$$

Hieraus ergibt sich

$$J = \frac{88\,290}{5{,}48 \cdot 10^{-3} \cdot 500^2} = 64{,}41 \approx 65\ \mathrm{tm^2}$$

und daraus

$$GD^2 = 4 \cdot 65 = 260\ \mathrm{tm^2} = 260\,000\ \mathrm{kgm^2}.$$

Wir erhalten das Schwungmoment wieder in demselben Maß, in dem es in den Preislisten angegeben ist.

Eine wichtige Rolle spielt das Trägheitsmoment auch bei dem Parallelbetrieb der Wechselstrommaschinen. Dies Problem konnte erst gelöst werden, als man das Trägheitsmoment in die Rechnung einführte. — Nach der Formel von Boucherot (von mir durch die Einfügung von $\operatorname{tg}\varphi$ ergänzt) ist die Schwingungsdauer einer auf ein unendlich starkes Netz geschalteten Maschine in Sekunden

$$T = \frac{2\pi}{p}\sqrt{\frac{2\pi f J}{N\left(\frac{U}{E_s} + \operatorname{tg}\varphi\right)}}, \qquad (14)$$

worin p die Polpaarzahl, f die Frequenz in Per/s, J das Trägheitsmoment in kgm², N die Leistung in Watt, U die Spannung, E_s der induktive Spannungsverlust in Volt und φ die Phasenverschiebung ist. Führen wir das Schwungmoment ein, so ist

$$T = \frac{2\pi}{p}\sqrt{\frac{\pi f \frac{G D^2}{4}}{N\left(\frac{U}{E_s} + \operatorname{tg}\varphi\right)}}. \qquad (15)$$

In den Formeln (14) und (15) kommt g nicht vor.

Im Schrifttum findet man aber öfter für die Gleichung

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{M_r}}, \qquad (16)$$

worin M_r das Richtmoment bedeutet, die Einzelwerte

$$J = \frac{G D^2}{4 g} \text{ und } M_r = p\,\frac{N\left(\frac{U}{E_s} + \operatorname{tg}\varphi\right)}{g\,\frac{2\pi n}{60}} \qquad (17)$$

angegeben. Man glaubt also zunächst das Trägheitsmoment in technischem Maß ausdrücken zu müssen, muß dasselbe daher auch mit M_r tun. Dadurch wird aber nur die Rechnung länger, denn g hebt sich im Zähler und im Nenner weg. Setzt man das in den Preislisten angegebene Schwungmoment in kgm² ein, so kommt g in der Rechnung nicht vor.

Man erkennt zunächst aus diesen Betrachtungen, daß der Zahlenwert des Schwungmomentes einfach das Vierfache des des Trägheitsmomentes ist, wenn beide Größen in demselben Maß gemessen werden. Das Schwungmoment ist also ein vollkommen überflüssiger Begriff. In der Physik und in der theoretischen Mechanik kennt man ihn nicht. In älteren Werken über Maschinenbau, z. B. in dem fünfbändigen „Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinentechnik" von Julius Weisbach, sucht man ihn vergebens. Die „Hütte" bringt das Schwungmoment zum erstenmal in der 20. Auflage 1908. In Teil I, S. 210, definiert sie die „reduzierte Masse" durch die Gleichung

$$m_r = \frac{J}{r^2}\left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 = \frac{G D^2}{4 r^2 g}\left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2. \qquad (18)$$

Sie setzt also entsprechend unserer Gl. (5) $J = GD^2/4\,g$, ihr Gedankengang bewegt sich also im technischen Maßsystem. Daraus folgt aber noch nicht, daß man sich auch in dem Ausdruck GD^2 allein G als eine Kraft vorstellen müsse. Es liegt hier genau so wie bei der Aussage, unter einem Dampfkessel seien G Kilogramm Kohle verbrannt. Auch hier kann man G unmöglich als eine Kraft auffassen.

Es bleibt also nur übrig, G als eine Größe aufzufassen, die im absoluten Maßsystem eine Masse bedeutet. Will man im technischen Maßsystem rechnen, so muß man G noch mit g dividieren. Wir bewegen uns aber in der Elektrotechnik im allgemeinen im absoluten Maßsystem, und dann kommt die Division mit g nicht in Frage.

Das Schwungmoment hat ebenso wie das Trägheitsmoment nichts mit der Erdschwere zu tun. Es ist auf dem Monde ebenso groß wie auf der Erde. Von dem Ort auf der Erde ist es unabhängig.

Wir sehen also, daß von den beiden Begriffen Trägheitsmoment und Schwungmoment nur einer erforderlich ist. Die Entscheidung, welcher von beiden beibehalten werden soll, ist nicht zweifelhaft. Das Trägheitsmoment ist der althergebrachte und in der Mechanik allein gebrauchte Begriff. Die theoretische Mechanik kann ihn nicht entbehren, weil sie mit unregelmäßigen Körpern und beliebiger Lage der Bezugsachse zu tun hat. Sie hat überdies das ältere Recht und wird es nie aufgeben. Das Schwungmoment führt dauernd zu Unklarheiten und Mißverständnissen. Wer sich im Gebrauch der Maßsysteme unsicher fühlt, wird sich leicht versucht fühlen, das Schwungmoment GD^2 durch $4\,g$ zu dividieren, auch wenn er im absoluten Maßsystem rechnet. Beim Gebrauch des Schwungmomentes werden die Formeln, zumal in der unglücklichen Schreibweise $GD^2/4\,g$ umständlicher, die Rechnungen unnötig länger.

Ich fasse zusammen:

1. Das Schwungmoment ist wesensgleich mit dem Trägheitsmoment und hat, in demselben Maß gemessen, den vierfachen Zahlenwert des Trägheitsmomentes.
2. Das Trägheitsmoment kann nicht beseitigt werden.
3. Das Schwungmoment ist vollkommen überflüssig.
4. Das Schwungmoment macht die Rechnungen länger.
5. Das Schwungmoment ist weiten Kreisen der Physik und der theoretischen Mechanik vollkommen fremd oder ungeläufig.
6. Das Schwungmoment ist daher auszumerzen.
7. Ich empfehle, in den Preislisten statt des Schwungmomentes das Trägheitsmoment J in kgm² oder in tm² anzugeben und dabei an geeigneter Stelle zu sagen, daß die angegebenen Werte beim Rechnen im absoluten Maßsystem ohne weiteres einzusetzen, beim Rechnen im technischen Maßsystem aber vorher noch mit $g = 9{,}81$ zu dividieren seien.

[3] K. Strecker, Das Kilowatt als allgemeine Einheit der Leistung, ETZ 1920, S. 125.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter.

Nr. 340.

Auf Grund des § 9 des Gesetzes, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, vom 1. VI. 1898 (Reichsgesetzbl. S. 905), ist der Aktiengesellschaft Sächsische Werke in Dresden die Genehmigung erteilt worden, als „Elektrisches Prüfamt 24" amtliche Prüfungen und Beglaubigungen von Elektrizitätszählern und elektrischen Meßgeräten auszuführen, und zwar

mit Gleichstrom { bis 200 A 450 V im Amt
bis 300 A 600 V am Betriebsort

mit Wechsel- und Drehstrom { bis 300 A 450 V im Amt
bis 1500 A 450 V am Betriebsort

(Verfügung des Reichsministers des Innern vom 5. 7. 1933, Reichsministerialblatt Nr. 27, 1933.)

Berlin-Charlottenburg, den 9. August 1933.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
In Vertretung
Gehrcke.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Die elektrischen Direktionskräfte beim Quadrantelektrometer. — Die Abweichung der Spannungsempfindlichkeit des Quadrantelektrometers vom linearen Verlauf läßt sich durch $D = R + rV^2$ wiedergeben, wo D die gesamte Direktionskraft, R die mechanische Direktionskraft des Aufhängedrahtes und V das Hilfspotential bedeuten. Bei Quadrantschaltung und Nadelschaltung nimmt r verschiedene Werte an. Um r bei bestimmten Asymmetrien zu messen, wird eine neue Aufhängevorrichtung benutzt, die verschiedene Neigungen der Quadrantenfläche herzustellen und die Neigung auszumessen gestattet und die Nadel in allen Fällen in einer zentralen Lage zwischen den Quadranten hält. Die Messungen zeigen, daß gleichgroße aber entgegengerichtete Neigungen um eine Nadelachse gleichgroße und gleichgerichtete Änderungen in den Koeffizienten ergeben. Diese Änderungen sind positiv bzw. negativ bei Neigungen um die kleine bzw. um die große Nadelachse. Daraus folgt, daß die symmetrische Lage, obwohl bei dieser elektrische Direktionskräfte existieren, die richtige symmetrische Lage bildet, nicht aber eine scheinbare, wie sie Scholl zuläßt. Durch eine Asymmetrie kann man aber neue Direktionskräfte hervorrufen, die die schon vorhandenen eventuell zum Verschwinden bringen. Durch die Aufhängevorrichtung kann man auch die Empfindlichkeit eines Elektrometers bei demselben Aufhängedraht in weiten Grenzen ändern. (G. Nadjakoff u. V. Postompirova, Z. Instrumentenkde. Bd. 52, S. 187.) *Br.*

Temperaturabhängigkeit von Meßgeräten mit Trokkengleichrichtern. — Es wird zunächst die analytische Darstellung der temperaturabhängigen statischen Gleichrichter-Kennlinie aus Meßergebnissen hergeleitet, wobei sich ergibt, daß der Gütefaktor des Trockengleichrichters (d. i. das Verhältnis von Durchlaßstrom zu Sperrstrom bei gleicher Spannung in beiden Richtungen) und damit seine Richtkonstante temperaturunabhängig sind, während der Wechselwiderstand exponentielle Temperaturabhängigkeit mit negativen Temperaturkoeffizienten zeigt, der absolut genommen rund eine Größenordnung größer als bei den Metallen ist (diese haben positiven Temperaturkoeffizienten). Für das Verhalten eines Trockengleichrichters sind demnach neben seiner Kapazität drei Konstanten maßgebend: Wechselwiderstand, Temperaturkoeffizient des Wechselwiderstandes und Richtkonstante. Mit Hilfe des Verfahrens der gesteuerten Ersatzspannungsquelle läßt sich dann aus der Kennlinie des Gleichrichters die Temperaturabhängigkeit des Gleichstroms in Abhängigkeit von Wechselspannung bzw. -strom leicht herleiten. Durch richtige Bemessung eines konstanten Vor- bzw. Nebenwiderstandes können Meßgeräte für Spannungs- bzw. Strommessung innerhalb eines Temperaturintervalls von $\pm 10°$ praktisch temperaturunabhängig gemacht werden. Aus einer Zusammenstellung der vorkommenden Meßschaltungen sind für jede Schaltung Temperaturabhängigkeit und Kompensationsbedingung zu entnehmen. Die praktische Anwendung der letzteren gestaltet sich sehr einfach, da in ihr von den drei Gleichrichterkonstanten nur der Wechselwiderstand des Trockengleichrichters vorkommt. Bei Geräten mit Vorröhre, welche zur Verstärkungsprüfung mit der sog. Pfeifeichung versehen sind, kann die Temperaturkompensation zweckmäßigerweise dadurch geschehen, daß nur beim Eichen, also im Eigenschwingungszustand der Schaltung, Zusatzwiderstände vor die Gleichrichter gelegt werden. Die Bemessung dieser Widerstände wird abgeleitet. (H. Kaden, Z. Hochfrequenztechn. Bd. 39, S. 115.) *Sb.*

Elektrische Bestimmung der Schallabsorption durch Baustoffe. — Von einer Wand auf die Membran eines Lautsprechers zurückgeworfene Schallwellen verursachen Impedanzänderungen im Lautsprecher-Stromkreis, aus denen auf die Größe des Absorptionskoeffizienten der zurückstrahlenden Wand geschlossen werden kann. Albert und Bullis benutzten für ihre Messungen einen elektromagnetischen Lautsprecher mit Konusmembran, der in ein mit Filz ausgekleidetes und mit Prallwänden aus Filz versehenes hölzernes Gehäuse eingebaut und mit diesem in der Längsrichtung einer hölzernen röhrenförmigen Kammer verschiebbar angeordnet war. Die Stirnseite dieser Kammer, Abb. 1, konnte durch Platten aus dem zu untersuchenden Baustoff verschlossen werden. Die Impedanzänderungen wurden bei schrittweiser Entfernung des durch einen Röhrengenerator mit Tonfrequenz erregten Lautsprechers von der Stirnwand der Kammer mittels einer Wechselstrombrücke gemessen. Die auf 1,5 mA unveränderlich gehaltene Erregerstromstärke wurde durch ein Thermoelement und Mikroamperemeter während der Versuche überwacht. Die Widerstandskomponente des Lautsprecher-Stromkreises blieb nahezu unverändert, bis der Abstand des Lautsprechers vom Probestück etwa die halbe Wellenlänge der Tonschwingungen erreicht hatte. Darauf nahm der effektive Widerstand stark zu bis zu einem Höchstwert, der von den absorbierenden Eigenschaften der zu untersuchenden Verschlußplatte an der Stirnseite der Kammer abhing.

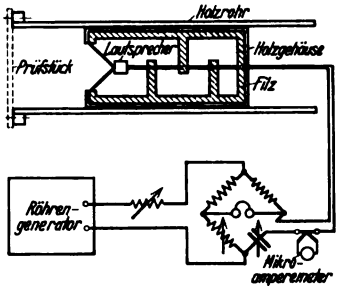


Abb. 1. Versuchsanordnung.

Es wurden 4 Baustoffe, 25 mm starker Haarfilz, Acousti-Celotex Type B, unbekleidetes Celotex und unbekleidetes Holz auf Tonabsorption untersucht. Jede Versuchsreihe wurde durch eine Meßreihe mit an der Stirnseite geöffneter Kammer ergänzt, wobei diese gegen einen langen Flur mit sehr geringer Zurückwerfung des Tones gerichtet war. Aus dem Unterschied der höchsten Werte des effektiven Widerstandes bei geöffneter Kammer und bei Abdeckung mit einem Werkstoff bekannter Tonabsorption ergaben sich die in Abb. 2 dargestellten Eichlinien der Meßanordnung. Durch Ermittlung des Unterschiedes der höchsten Werte des effektiven Widerstandes bei geöffneter und mit einem Werkstoff unbekannter Absorption verschlossener Kammer kann damit dessen Absorptionskoeffizient für verschiedene Tonfrequenzen leicht bestimmt werden. Das Verfahren läßt sich möglicherweise auch so vervollkommnen, daß die zu messenden Absorptionskoeffizienten unmittelbar an einem mit dem Gerät der beschriebenen Bauart verbundenen Zeigerinstrument abzulesen sind. Die Abhängigkeit der Eichlinien von der Tonfrequenz scheint auf die Eigenschaften des Lautsprechers und der hölzernen Kammer zurückzuführen zu sein. Die Genauigkeit der Messungen wird jedoch dabei in keiner Weise beeinträchtigt. (A. L. Albert u. W. R. Bullis, Electr. Engng. Bd. 50, S. 755.) *O. N.*

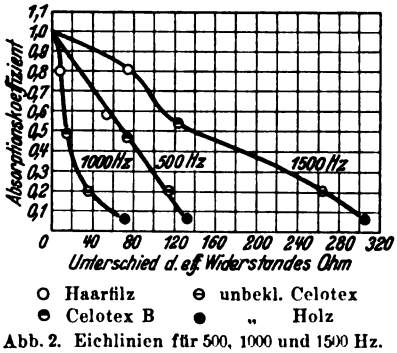


Abb. 2. Eichlinien für 500, 1000 und 1500 Hz.

Elektromaschinenbau.

Rundfeuer am Kommutator und dessen Entstehung. — Über das Problem des Rundfeuers bei Gleichstrommaschinen hat A. J. Moskwitin eine umfangreiche Arbeit veröffentlicht, deren experimenteller Teil im elektrotechnischen Institut in Moskau unter Leitung K. J. Schenfers durchgeführt wurde. Einleitend kennzeichnet er die Bedeutung der Rundfeuergefahr treffend als Hauptnachteil aller Gleichstrommaschinen und gibt eine gute, ziemlich erschöpfende Übersicht sowohl der Ursachen als auch der schädlichen Folgen von Kommutatorüberschlägen. Er stellt dabei die beiden Anschauungen über die Entstehung des Rundfeuers einander gegenüber: Nach der „Brückentheorie" soll der Überschlag durch die Vereinigung kleiner, durch hohe Segmentspannung eingeleiteter Lichtbogen entstehen und durch Bürstenfeuerionisation nur begünstigt werden; nach der „Bürstenherdtheorie"

Digitized by Google

dagegen nähme das Rundfeuer stets seinen Ausgang unter den Bürsten und würde durch hohe Segmentspannung nur begünstigt. Die nun folgenden, ausführlich beschriebenen Versuche haben das Ziel, den Herd der Entstehung und den Mechanismus der Ausbildung festzustellen und damit eine Entscheidung zwischen den beiden Anschauungen herbeizuführen. Die Lösung dieser Aufgabe ist, wie sich später zeigen wird, nicht vollständig gelungen, was z. T. auf die ungenügende Größe der Versuchsobjekte zurückzuführen ist. Zu den Versuchen standen nämlich nur zwei kleine Maschinen zur Verfügung:

1. 4polige Zweikommutatormaschine für 2 · 375 V, 20 A, 15 kW, 900 U/min, ohne Wendepole, mit Wellenwicklung und 2 · 4 Bürstenachsen. Sie konnte mit 1450 U/min und erhöhter Spannung betrieben werden.

2. 4polige Wendepolmaschine für 470 V, 39 A, 17,5 kW, 1450 U/min, ebenfalls mit Wellenwicklung und 4 Bürstenachsen. Auch diese konnte mit erhöhter Drehzahl (2900 U/min) und erhöhter Spannung betrieben werden.

Bei den ersten 5 an Maschine 1 angestellten Versuchen wurde das Rundfeuer durch plötzliches Kurzschließen, also vielfache Überlastung einer wendepollosen Maschine, eingeleitet, wobei natürlich eine abgehobene Bürste oder ein nicht angeschlossener Kommutator verschont blieb. Moskwitins Folgerung, daß hierbei die feuernde Bürste die Entstehungsursache und der Herd des Rundfeuers sei, ist berechtigt, aber nicht neu, denn dieser Zusammenhang ist aus der Erfahrung bekannt. Wichtiger erscheinen die folgenden 3 Versuche, die er unter Berufung auf meine Arbeit[1] angestellt hat. Zunächst läßt er Maschine Nr. 2 mit doppelter Drehzahl und nahezu doppelter Spannung (900 V) laufen und erhält, wie ich es in einem Gedankenexperiment, nicht nach wirklich angestelltem Versuch, geschildert hatte, Rundfeuer, sogar im Leerlauf, also bei funkenfreien Bürsten. Ob aber die Erscheinung ihren Anfang wirklich unter den Bürsten genommen hat, wie Moskwitin behauptet, ist sehr zweifelhaft; ein Beweis ließe sich nur durch Zeitlupenaufnahmen erbringen, nicht aber durch einfachen Augenschein. Sodann wurde hinter der Bürste (vermutlich wohl hinter jeder Bürste) ein schleifender Asbestkörper angebracht und damit erreicht, daß auch bei höchster Spannung Rundfeuer vermieden wurde. Zahlenwerte über Strom, Spannung und Drehzahl bei dieser Probe werden nicht mitgeteilt; Moskwitins Schlußfolgerung, daß der Rundfeuerherd unter der Bürste, nicht an den Stellen höchster Lamellenspannung läge, ist aber nicht beweiskräftig, denn es fehlt die Angabe über die Versuchsdauer. Bei längerem Betrieb hätte sich wahrscheinlich doch ein Überschlag — wie gewöhnlich überraschend — eingestellt, denn alle derartigen und ähnlichen Schutzvorrichtungen haben in der Praxis bisher versagt. Sehr interessant ist der 3. Versuch: Maschine 1 erhielt an Stelle der Kohlenbürsten Bleiklötze, die die Kommutatoroberfläche schnell und gründlich verschmierten. An den Stellen höchster Lamellenspannung entstanden von Zeit zu Zeit helle, violette Lichtbogen bis zu 2 cm Länge, aber kein Überschlag. Da aber auch hier Angaben über die Betriebsgrößen fehlen und da Maschine 1 nur eine geringe Segmentspannung besitzt, beweist der Versuch nichts weiter als die auch aus anderen Beobachtungen bekannte Tatsache, daß selbst gut leitende Schmutzbrücken (hier Bleistaub, sonst Kupferstaub) so lange keinen Überschlag hervorrufen, als die Segmentspannung unterhalb eines kritischen Wertes bleibt. Das Ergebnis wäre vermutlich ganz anders geworden, wenn Moskwitin die Maschine 2 mit Bleibürsten versehen hätte. Die beiden letzten Versuche sollen den Einfluß der Stromdichte und der Bürstenverschiebung klarstellen. Von den 4 Bürsten einer Polarität wurden 3 abgehoben und die vierte auf 0,5 cm^2 zurückgeschnitten, was bei 36 A Maschinenstrom eine mittlere Stromdichte von 72 A/cm^2 ergab, ohne daß Feuer eintrat. Wohl aber trat dies schon bei 4,5 A Belastung und starker Bürstenverschiebung auf, was ja auch erklärlich ist, mit der Segmentspannungsfrage unmittelbar aber nichts zu tun hat. Moskwitin hat dann schließlich durch Fremderregen der Wendepole die Stromwendung schrittweise verschlechtert und das Bild des Bürstenfeuers von den ersten, kaum sichtbaren Fünkchen an bis zu hellleuchtenden Lichtbögen beobachtet und als letzte Phase dieser Entwicklung den Überschlag erzielt.

In der zweiten Hälfte seiner Arbeit, dem theoretischen Teil, bemüht er sich, seine Beobachtungen einheitlich zu erklären und mit den bekannten Tatsachen der Lichtbogenforschung in Einklag zu bringen. Er stützt sich dabei ohne nähere Angaben auf eine Formel von Norberg (vermutlich ist es die in ETZ 1926, S. 343, erwähnte Arbeit), die die Lichtbogenlänge als Funktion der Stromkreiskonstanten bei Schaltern zu berechnen gestattet, und überträgt sie mit gewissen Erweiterungen auf den Bürstenlichtbogen. Er gelangt schließlich unter Zuhilfenahme verschiedener empirischer Konstanten und Näherungsannahmen zu einem Ausdruck für die Bogenlänge, die nach seiner Meinung über die Nähe der Rundfeuergrenze entscheidet. Die Herleitung seiner Formeln und die Prüfung an den Zahlen seiner Versuche sind jedoch keineswegs beweisend, denn sie setzen die Ursache des Rundfeuers, die Unterbrechung von Kurzschlußstrom-Kreisen, von vornherein voraus und vernachlässigen die Möglichkeit anderer Entstehungsursachen. Auf diese aber kommt es m. E. gerade an, zumal bei großen Maschinen, nicht aber, jedenfalls nur in wenigen Sonderfällen, auf die Entwicklung des Bürstenfeuers zum Rundfeuer. Moskwitins Schlußfolgerung, daß der Entstehungsherd des Rundfeuers an der Bürste liegt, ist, wie schon vorher bemerkt, nicht allgemein bewiesen, sondern gilt nur für einen Teil seiner Versuche; der von ihm als „Trettinscher Versuch" bezeichnete Überschlag bei hoher Lamellenspannung, ohne sichtbares Feuer (Leerlauf), läßt sich nicht durch seine Theorie erklären, und damit ist der für die Praxis wichtigste Kern des Rundfeuerproblems ungelöst geblieben. Allen übrigen, an die Lichtbogenerscheinungen geknüpften Betrachtungen kann man aber ohne Bedenken zustimmen: daß der Übergang vom Bürsten- zum Rundfeuer um so leichter erfolgt, je größer die Bürstenstromstärke, die mittlere Stromwendespannung und die Kommutatorspannung je Zentimeter Umfang ist, bzw. das Produkt aus diesen 3 Größen, das er Bürstenkonstante nennt. Dies deckt sich mit allen Erfahrungen an Gleichstrommaschinen, reicht aber zu der Möglichkeit einer „erheblichen Steigerung der Lamellenspannung", wie Moskwitin glaubt, allein durch Bürstenfeuerbekämpfung, d. h. durch Verbesserung der Stromwendung, nicht aus. Immerhin sind die im Moskauer Institut durchgeführten Untersuchungen als wertvoller Beitrag zur Forschung auf dem schwierigen Gebiet der Segmentspannung zu begrüßen, da sie die eine Frage, die aus dem Bürstenfeuer entstehende Rundfeuererscheinung, gut zu erklären imstande sind. Zur Aufhellung der weitaus wichtigeren, mit der „Brückentheorie" zusammenhängenden Fragen konnten sie nichts beitragen, weil die zu den Versuchen benutzten Maschinen viel zu klein und daher zu unempfindlich waren. (A. J. Moskwitin, Electritchestvo 1932, S. 829.)

C. Trettin.

[1] Über Segmentspannung und Rundfeuer bei Gleichstrommaschinen, Siemens-Jb. 1929, S. 459.

Apparate.

Schnellschalter als Maschinenschutzschalter in Gleichstrom-Bahnanlagen. — Nachdem die Frage des Schutzes von Gleichstrom-Bahnanlagen und ihrer Stromquellen vor mehreren Jahren in der Fachpresse ausführlich erörtert wurde und ihren Abschluß in den jetzt gebräuchlichen Schnellschalter-Konstruktionen gefunden hat, die schon fast zu einer gewissen Standardform des Schalterbaues geworden sind, hat die Société de Constructions Électriques de Delle sich neuerdings noch einmal mit dem Problem beschäftigt und einen Gleichstrom-Schnellschalter entwickelt, der in der Revue générale de l'Électricité eingehend beschrieben ist.

Zwischen diesem Schnellschalter und den bekannten Konstruktionen bestehen wesentliche Unterschiede, die sich auf die Art der Verklinkung, die Art der Kontaktgabe und die Art der Lichtbogenlöschung beziehen. Der übliche Haltemagnet ist durch einen Rollenklinkenmechanismus ersetzt, die Kontaktanordnung sieht ähnlich dem Aufbau normaler Selbstschalter Hauptbürste, Vorkontakt und Funkenentzieher vor, und die Erzeugung des magnetischen Blasflusses geschieht nicht durch hauptstromdurchflossene, sondern nur durch lichtbogenerregte Blasspulen. Durch jedes dieser Konstruktionsmerkmale sollen gewisse betriebliche Vorteile erreicht werden, wie z. B. Unabhängigkeit von einer Hilfspannung, saubere Hauptschaltstücke, Verminderung der Erwärmungsverluste. Es muß jedoch beachtet werden, daß diese angeblichen Vorteile entweder von geringer Bedeutung sind oder gar nicht bestehen, da z. B. die Kontaktfrage der neueren Anschauung gemäß durch einfache Klotzkontakte wesentlich besser gelöst ist als durch komplizierte Bürstenanordnungen, daß aber umgekehrt die Einbuße an Schaltgeschwindigkeit, die jede dieser Einrichtungen mit sich bringt, so erheblich ist, daß hinsichtlich dieses wichtigsten Beurteilungsmerkmales eines Schnellschalters die Konstruktion als unzweckmäßig bezeichnet werden muß.

Die Behandlungsart der Einzelprobleme macht den Aufsatz jedoch lesenswert. So ist z. B. die Umkehrung

Digitized by Google

des Prinzipes des induktiven Nebenschlusses derart, daß der von den Auslösespulen erzeugte Fluß in zwei Teile gespalten wird, von denen der eine den Auslöseanker betätigt, während der andere einen mit einem Kurzschlußring versehenen feststehenden Eisenpfad durchfließt, eine recht interessante Neuerung, durch die genau wie beim induktiven Nebenschluß erreicht wird, daß der Schalter bei Kurzschluß früher auslöst als bei Überlast. Auch das Problem der Lichtbogenführung am Funkenentzieher, das infolge des Fehlens einer Hauptblasspule wichtig wird, ist durch Anbringung einer Nebenschlußblasspule am Funkenentzieher neuartig gelöst. Die Lichtbogenkammer enthält im Gegensatz zu den üblichen Ausführungen keine Keile, sondern ist lediglich an den Austrittstellen des Lichtbogens mit gelochten Isolierleisten verschlossen, die zwar den Druckausgleich ermöglichen, die Lichtbogenausdehnung aber infolge ihrer entionisierenden Wirkung beschränken.

Die Versuchsziffern, die zur Beurteilung der Arbeitsweise des Schalters mitgeteilt werden, sind im Vergleich zu den für die bekannten Schnellschalterkonstruktionen geltenden Werten nicht sehr günstig. Das Schaltfeuer ist selbst bei Leistungen von nur 500 V, 12 000 A, verhältnismäßig groß, und die aus den Oszillogrammen zu entnehmenden Schaltzeiten für Eigenzeit und Lichtbogenlöschzeit liegen mit 4 ··· 8 ms bzw. 12 ··· 20 ms weit ungünstiger als die für deutsche Schalter geltenden Werte. (C. Varichon, Rev. gén. Électr. Bd. 30, S. 681.) *Bsd.*

Beleuchtung.

Elektrisch arbeitender Belichtungsmesser für Photographie. — In der Phototechnik war man bisher entweder auf Belichtungstafeln oder auf Belichtungsmesser angewiesen, die subjektiven Einflüssen, wie Blendwirkung, Ermüdung des Auges usw., unterworfen sind. Von der Firma P. Gossen & Co., Erlangen, wurde unter Mitarbeit von B. Lange, Berlin, kürzlich ein photographisches Luxmeter „Ombrux" (Abb. 3) entwickelt, das vollkommen objektiv die Belichtungszeiten direkt in Sekunden auf elektrischem Wege angibt. Der Ombrux besteht in der Hauptsache aus einer hochempfindlichen Selen-Sperrschichtzelle mit Drehspul-Meßgerät. Der Zeigerausschlag ist dem einfallenden Lichtstrom direkt proportional. Die Zelle des Ombrux besteht aus einer Eisenplatte, auf welche Selen aufgebracht wird. Die Oberfläche der Selenschicht wird zur Erzeugung einer Sperrschicht geeignet behandelt. Auf die Selenschicht wird durch Kathodenzerstäubung eine hauchdünne lichtdurchlässige Goldschicht aufgetragen, die zwecks guter Stromleitung am Rande einen aufgespritzten Metallring erhält. Die spektrale Empfindlichkeit der Selen-Sperrschichtzelle stimmt mit der spektralen Empfindlichkeit des menschlichen Auges ungefähr überein. Da die Zelle für alle Farben des sichtbaren Spektrums empfindlich ist, ergeben die Messungen mit dem Ombrux auch bei Verwendung von rotempfindlichen Platten richtige Belichtungszeiten.

Der Aufbau des Ombrux ist aus Abb. 3 zum Teil ersichtlich. In das schwarzpolierte Isoliergehäuse ist an der oberen Schmalseite eine Linse eingelassen, welche die einfallenden Lichtstrahlen sammelt. Diese treffen dann durch ein Gitter auf die Selenzelle. Linse und Gitter gewährleisten beste Anpassung an die normalen Bildwinkel der gebräuchlichsten Objektive. Das Drehspulgerät des Ombrux besitzt 2 Empfindlichkeiten, um einen möglichst großen Meßbereich zu erfassen. Es sind deshalb 2 direkt in Sekunden geeichte Skalen von $^1/_{500}$ ··· 30 s vorgesehen, von denen die schwarze bei nicht gedrücktem Knopf, die rote bei gedrücktem Knopf Gültigkeit hat. Die Eichung erfolgte unter Zugrundelegung einer Plattenempfindlichkeit von 23 ° Scheiner und einer Blendenöffnung von *f*/9. Letztere ist laut praktischen Erfahrungen die gebräuchlichste Arbeitsblende. Für andere Platten- bzw. Filmempfindlichkeiten und andere Blenden werden übersichtliche Tabellen dem Gerät beigegeben, welche die direkte Ablesung der Belichtungswerte in Sekunden ohne Rechnung gestatten. *fi*

Abb. 3. Belichtungsmesser.

Bahnen und Fahrzeuge.

Nockenschalter der AEG für Gleichstrom-Fahrzeuge. — Der Nockenselbstschalter der AEG für Gleichstrom-Fahrzeuge wird auf dem Wagendach aufgebaut. Er kann durch Drehgriff oder Hebel betätigt werden und ist den heutigen Wagendachformen angepaßt. Der Apparat (Abb. 4) besitzt Freiauslösung. Für die Auslösevorrichtung wurde nicht, wie bisher üblich, ein Klinkensystem mit verhältnismäßig großer Reibung angewandt; vielmehr wird der Auslösehebel durch ein Rollensystem in der Schließlage gehalten, so daß beim Auslösevorgang nur gleitende Reibung zu überwinden ist. Daher sind Auslöse- und Eigenzeit des Schalters sehr kurz. Ein Nockenhandschalter (Abb. 5) ist ähnlich ausgeführt. Er besitzt Moment-Ein- und -Ausschaltung und kann zur Unterbrechung des Fahrstromes verwendet werden, da er in der Lage ist, das Mehrfache der Motorleistung abzuschalten.

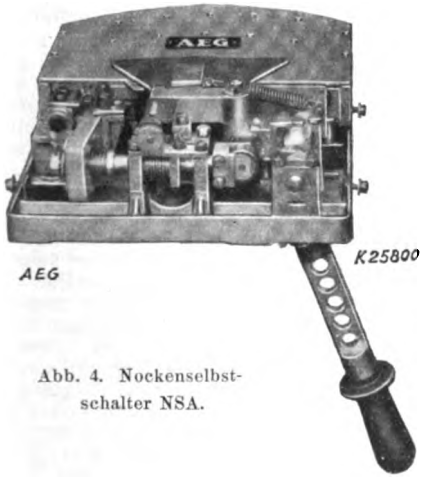


Abb. 4. Nockenselbstschalter NSA.

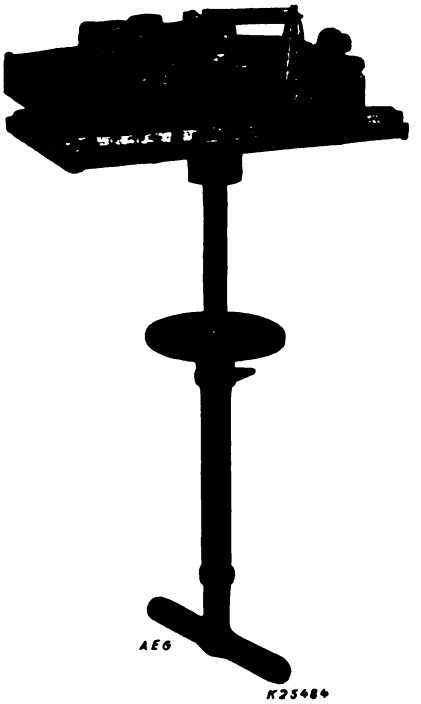


Abb. 5. Nockenhandschalter NSH.

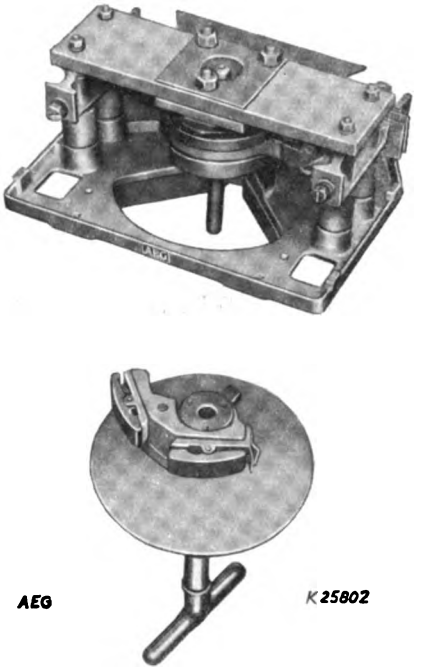


Abb. 6. Dachhandschalter mit Sicherung DSS 3.

Digitized by Google

Der Apparat ist ebenfalls für Aufstellung auf dem Wagendach ausgeführt. Der Dachhandschalter mit Sicherung gestattet ein bequemes Auswechseln der Wagenhauptsicherung vom Wageninnern aus, trotzdem er auf dem Wagendach angeordnet ist. Er besitzt ein herausnehmbares sektorförmiges Kontaktelement (Abb. 6), das gleichzeitig als Klemmstelle für den Sicherungstreifen dient. Die Sicherung liegt in der Mitte zwischen den Nockenkontakten und wird von dem fest angebrachten Funkenlöschschacht und den Polblechen umschlossen. Das sektorförmige herausnehmbare Kontaktelement wird durch eine Griffstange betätigt und zum Ein- oder Ausschalten um 90 ° gedreht. Für das Auswechseln des Schmelzstreifens ist eine Drehung von 180 ° erforderlich. Dann kann das Kontaktelement durch eine sektorförmige Öffnung in der Grundplatte nach unten herausgezogen werden. Selbstverständlich ist der Schalter so ausgebildet, daß ein Eindringen von Regenwasser usw. in das Wageninnere vermieden wird. (Balke, AEG-Mitt. 1932, S. 215.) *Sb.*

Bergbau und Hütte.

Signalschaltung in der Abbaubeleuchtung und ihre Vorteile. — In Verbindung mit der Starkstrom-Abbaubeleuchtung haben die SSW in das Beleuchtungskabel eine Signalschaltung[1] eingebaut, die den Zweck verfolgt, Lichtsignale in der Abbaubeleuchtung abzugeben, um dadurch eine Verständigungsmöglichkeit vor Ort zu schaffen. Dies wird dadurch erreicht, daß mit Signalschaltern (Abb. 7) die am durchgehenden Leitungstrange hängenden Lampen ein- und ausgeschaltet werden können. Bei der sonst üblichen Stromzuführung würden durch Betätigung eines in den Beleuchtungstrang eingebauten Signalschalters nur die in der Stromrichtung hinter dem Schalter liegenden Leuchten abgeschaltet werden können, so daß eine Verständigung nur in einer Richtung möglich wäre, aber nicht in umgekehrter. Bei der in Abb. 8 dargestellten Signalschaltung erfolgt die Stromzuführung zu den parallel geschalteten Leuchten derart, daß ihnen die eine Phase *R* vom Transformator aus den Strom unmittelbar, die zweite Phase *S* dagegen unter Zuhilfenahme einer dritten Ader *S'* von der entgegengesetzten Richtung zuleitet. Die dritte Ader *S'* besitzt keinen unmittelbaren Anschluß an den Transformator, sondern ist im letzten Schalter mit der zweiten Phase *S* verbunden. Der vierte Leiter dient als Erdleiter. In die durchgehende Ader *S* werden die einpoligen Signalschalter eingebaut, deren Gußgehäuse zur gleichzeitigen Aufnahme für die Leuchten T-förmig ausgebildet ist. Bei Betätigen irgend eines Schalters werden stets sämtliche angeschlossenen Leuchten geschaltet, gleichgültig, ob der Schalter am Anfang, in der Mitte oder am Ende des Beleuchtungskabels gewählt wird. Der Einbau der Schalter erfolgt in der Regel in Abständen von 20 m.

Abb. 7. Signalschalter.

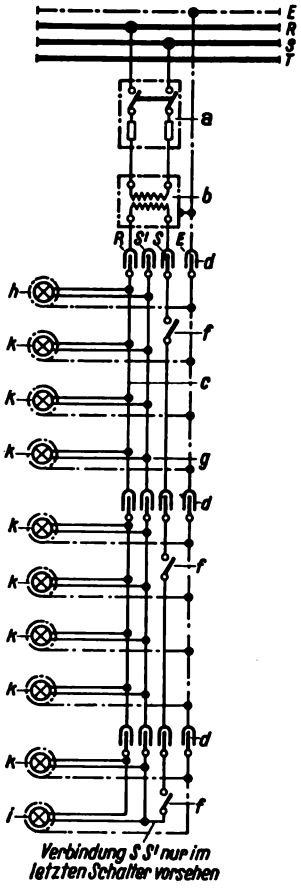


Abb. 8. Signalschaltung.

Die Vorteile der Signalschaltung sind sowohl betriebs- und sicherheitstechnischer als auch wirtschaftlicher Art. Gegenüber den akustischen Signalen haben sie den Vorzug, daß sie durch Maschinenlärm und die Streblänge nicht beeinträchtigt werden; sie sind auf alle Fälle wahrnehmbar. Im Gegensatz zu den optischen Signalen brauchen sie nicht besonders beachtet zu werden, sondern sie können in jeder Stellung wahrgenommen werden. Eine Behinderung der Belegschaft in der Arbeit tritt nicht ein, da die Signale nur Bruchteile von Sekunden einnehmen. Das Signalgeben bei Inbetriebsetzen von Maschinen (Schüttelrutschen, Blasversatz usw.) verhindert die Gefahr von Verletzungen. Sodann können die Signale von beliebig vielen Stellen schnellstens gegeben werden. Die wirtschaftlichen Vorteile der Signalschaltung bestehen darin, daß bei Störungen in der Wagengestellung die Schüttelrutschen und das Förderband sofort stillgesetzt werden können, so daß das zeitraubende Wegfüllen überlaufender Kohlen vermieden wird. Desgleichen wird bei Beseitigung der Störung das schnellste Wiederinbetriebsetzen der Maschinen gewährleistet. Auf diese Weise können 10 ··· 15 Wagen Mehrförderung erzielt werden. Groß sind die Vorteile auch bei den Blasversatzanlagen, bei denen durch das häufige Stillsetzen beim Verlängern oder Abschlagen der Blasversatzleitungen sowie durch Betriebstörungen in den letzteren oder an der Aufgabeeinrichtung sehr hohe Zeitverluste eingespart werden. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß durch die Eigenart der Leitungsführung eine weitgehende gleichmäßige Verteilung des Spannungsabfalls auf die gesamte Leitungslänge eintritt. Bei der gewöhnlichen Schaltung erhalten die ersten Lampen stets die höchste, die letzten dagegen die niedrigste Spannung. Bei der Signalschaltung dagegen ist der Spannungsabfall gleichmäßig über die ganze Strebleitung verteilt, so daß die Lampen alle annähernd gleiche Spannung bekommen. Der auftretende Spannungsabfall läßt sich jetzt durch eine Anzapfung auf der Sekundärseite des Transformators durch Erhöhung der Sekundärspannung ausgleichen, wodurch es möglich wird, unabhängig von der Länge der Leitung den Leitungsquerschnitt bedeutend besser auszunutzen und so mit einem Einheitsquerschnitt für alle Schwankungen der Betriebsverhältnisse auszukommen. Ferner wird durch die gleichmäßige Verteilung des Spannungsabfalles ein ausreichendes und gleichmäßiges Licht auf der gesamten Streblänge gewährleistet. Auch die Lebensdauer der Lampen nimmt zu, weil die Lampenspannung durch die Anzapfbarkeit des Transformators in weiten Grenzen eingestellt werden kann, wodurch Überspannungen, welche die Lebensdauer beeinträchtigen, vermieden werden. (Bohnhoff, Elektr. im Bergb. Bd. 6, S. 173.) *Sgm.*

Elektrische Antriebe in Steinkohlen-Aufbereitungsanlagen. — Um Unterlagen für die Auswahl der Motoren bei Einzelantrieb von Aufbereitungsanlagen zu gewinnen, haben die SSW mit den Vereinigten Stahlwerken an einigen Maschinen von Aufbereitungsanlagen Messungen zur Feststellung der Anzugsmomente durchgeführt und dabei gefunden, daß als Antriebsmaschinen bei richtiger Wahl der Motorgröße fast ausnahmslos Wirbelstromläufer-Motoren genügen. Da diese Motoren zur Inbetriebsetzung nur einen gleichzeitig als Motorschutzschalter ausgebildeten Ständerschalter benötigen, ist bei ihnen der Aufwand an elektrischen Geräten am geringsten. Ferner läßt sich bei den Wirbelstromläufern mit unmittelbarer Einschaltung sowohl die Vereinigung der Schaltgeräte in besonderen Räumen, wodurch das Ein- und Ausschalten der einzelnen Antriebe durch Druckknöpfe an den Maschinen selbst erfolgen kann, als auch eine etwa wünschenswerte gegenseitige Verriegelung bestimmter Maschinengruppen leicht durchführen. Nach diesen Gesichtspunkten sind neuerdings die elektrischen Ausrüstungen verschiedener neuer Kohlenaufbereitungsanlagen gebaut worden. Der Umfang der elektrischen Ausrüstung von neuzeitlichen Aufbereitungsanlagen mit Einzelantrieben geht daraus hervor, daß die im Jahre 1931 in Betrieb gekommene Zentralaufbereitung Recklinghausen II und Julia der Harpener Bergbau AG. bei einer Leistung von 375 t/h 155 Elektromotoren mit einer Nennleistung von zusammen 3660 kW aufweist. Hiervon entfallen auf die reine Aufbereitung 2594 kW, so daß die eingebaute Elektromotoren-Nennleistung, auf den stündlichen Durchsatz bezogen, 6,9 kW/t beträgt. Die Zeche Zollverein XII der Ver. Stahlwerke hat 198 Motoren von zusammen 4232 kW eingebaut.

[1] DRP. angem.

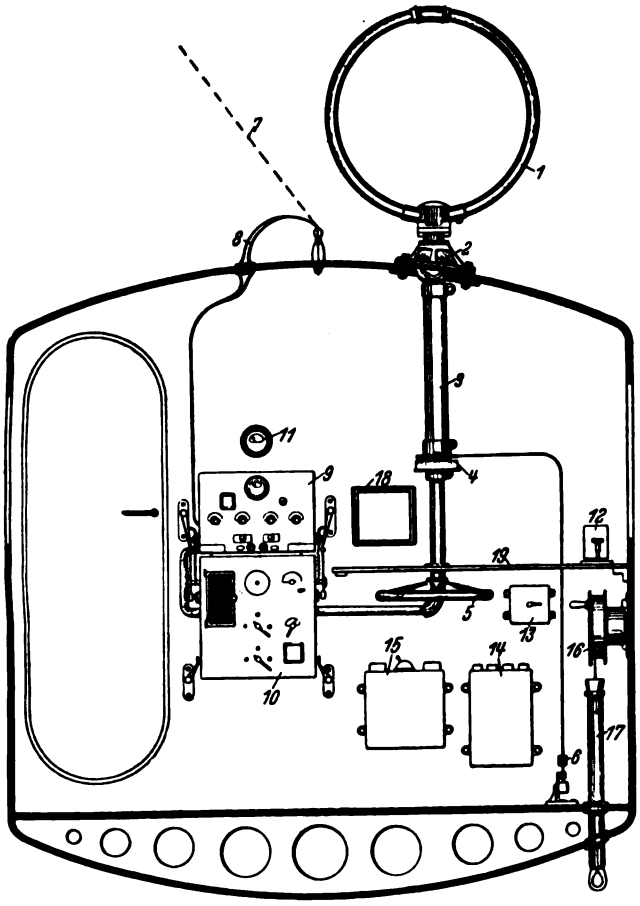
Digitized by Google

Bei einer Leistung der Anlage von 700 t/h beläuft sich die spezifische Motoren-Nennleistung auf 6,1 kW/t. Noch vor 10 Jahren hat man für Setzmaschinenwäschen mit einem Kraftbedarf von nur 2,2 kW je t Durchsatzgut gerechnet. (Körfer, Glückauf Bd. 68, S. 1039.) *Sgm.*

Fernmeldetechnik.

Die Anwendung der Peilung in der Luftfahrt unter besonderer Berücksichtigung der Ausbildung des Bodenpeilnetzes. — Zur Erreichung des Standortes oder Zielfluges von Flugzeugen werden hauptsächlich folgende drei Verfahren benutzt:

1. Gerichtete Funkfeuer (Beacon-Sender, RCA, Lorenz, SFR),
2. Bodenpeilnetz (Telefunken, Marconi, Standard, RCA),
3. Flugzeugpeiler (Telefunken, Marconi, SFR).



1 Peilerdrehrahmen *4* Teilkreis *5* Handrad *6* Pedal für die Feststelleinrichtung *7* Hilfsantenne *9* Peilempfänger *10* Bordsender

Abb. 9. Funkenstation mit Peiler in der Flugzeugkabine.

Gerichtete Funkfeuer werden fast ausschließlich in Amerika verwendet. Sie beruhen auf der Wirkung zweier großer Rahmenantennen, die beide dieselbe Wellenlänge in einem Strahlenbündel von 5 ··· 6 ° aussenden. Die eine Antenne gibt das Morsezeichen a, die andere das Zeichen n, so daß das Flugzeug jederzeit sowohl seine Richtung wie Richtungsinn des Kurses bestimmen kann. Dieses Verfahren hat jedoch große Nachteile. Die Lage des Strahlenbündels ändert sich infolge von Bedienungsfehlern und Witterungsverhältnissen, denn das Flugzeug kann seinen Kurs nicht beliebig ändern, und schließlich erfordert die beschränkte Reichweite eine Menge von Bodensendern, wodurch dieses System teuer wird.

Daher hat man sich in Europa und auch in Italien für die Funkpeilung unter Verwendung von Bodenpeilstellen entschlossen, die sog. Fremdpeilung. Im Falle eines Zielfluges nach einer Bodenstation werden dem Flugzeuge von dieser die Peilwerte mitgeteilt. Wünscht das Flugzeug die Bestimmung seines Standortes, so ruft es zwei oder mehrere Bodenstellen an, die es anpeilen. Eine Stelle sammelt die Peilwerte und überträgt sie auf eine Landkarte, bestimmt auf dieser den Standort und teilt ihn dann dem Flugzeuge funktelegraphisch mit.

Das ideale Verfahren ist unbestreitbar die Eigenpeilung vom Flugzeuge selbst mit einem Flugzeugpeiler. Das Flugzeug peilt zwei oder mehrere Bodensender an, deren Lage bekannt ist, und bestimmt auf Grund dieser Peilwerte auf einer Karte seinen eigenen Standort. Besonders wichtig ist, daß zur Anpeilung sämtliche Bodenstationen, Nachrichten- und Rundfunksender benutzt werden können. Abb. 9 zeigt den Einbau eines Telefunken-Flugzeugpeilers in Verbindung mit einem Flugzeugsender. Die Anlage ist für direkten Antrieb gebaut und benutzt den Drehrahmen. Abb. 10 stellt ein italienisches Landflugzeug dar, Type C. A. 97, auf dem der aufgebaute Telefunken-Peilrahmen deutlich ersichtlich ist. Die Eigenpeilung bietet reichliche Anwendungsmöglichkeiten und eignet sich für die Luftfahrt vorzüglich. Der Peiler gibt dem Flugzeuge die denkbar größte Bewegungsfreiheit, so daß es nicht mehr an einen vorgeschriebenen Kurs gebunden ist wie beim Beacon-Sender, und nicht auf die Hilfe von mehreren Bodenstellen angewiesen ist.

Der Flugzeugpeiler hat noch eine ganz bedeutende Entwicklung vor sich, und man sieht in ihm die Zukunft der Luftfahrtpeilung. Bisher hat der Bordpeiler keine große Verbreitung gefunden, weil seine Abmessungen und sein Gewicht zu groß sind. Jedoch ist man bereits dabei, einen geeigneten Peiler zu entwickeln. Das Bodenpeilersystem hat seine Vollkommenheit erreicht und dient nur als Vorstufe zum Bordpeilerverfahren, welches wir als die vollkommene Peilung bezeichnen wollen. Es ist zu wünschen, daß in Luftfahrtkreisen dieser Peiler immer mehr zum Durchbruch gelangt.

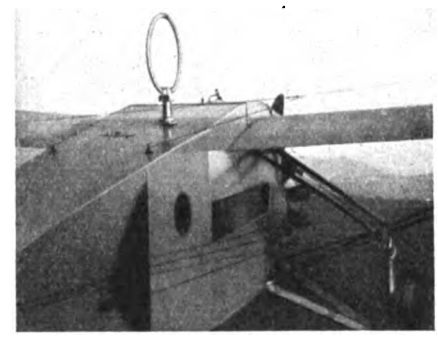


Abb. 10. Peilrahmen auf Flugzeug.

Verfasser sagt noch einiges über die Organisation des Bodenpeilers, welcher gegenwärtig in Italien im Bau ist. Die Peilplätze müssen so gewählt werden, daß der Peiler große Genauigkeit und Reichweite ergibt. Der Eigenfehler des Peilers könnte vernachlässigt werden, sofern er 1 ··· 2 ° nicht überschreitet (Telefunken-Peiler Eigenfehler 0 ··· 3 °). Die Peilplatzvermessung ist die wichtigste Aufgabe. Naheliegende Antennen, Hochspannungsleitungen, Telephonlinien, Kabel, Flüsse usw. beeinflussen die Peilgenauigkeit sehr. Eine einwandfreie Vermessung erreicht man durch Anwendung eines fahrbaren Peilers, der an verschiedenen Stellen Peilungen im Umkreise von 0 ··· 360 ° ausführt. Dort, wo sich die Fehler am kleinsten erweisen, wählt man den Ort für den Einbau. Als nützlich erweist sich ferner die Verwendung eines Hilfspeilsenders, der rings um den fahrbaren Peiler verstellt werden kann. (A. Crotti, Riv. aeron. Bd. 8, S. 557.) *Rtz.*

Das tschechoslowakische Fernsprechwesen. — Seit der Schaffung des tschechoslowakischen Staates hat die Postverwaltung dieser Republik große Sorgfalt dem Fernsprechdienst gewidmet, der eine bedeutsame Ausgestaltung erfahren hat. Es war im wesentlichen Aufgabe der Postverwaltung, die Richtung des nach Wien oder Budapest orientierten Fernsprechnetzes durchgreifend abzuändern, u. zw. wurde eine Zentralisierung des Netzes von Westen nach Osten ins Auge gefaßt. Die Maßnahmen, die im einzelnen getroffen wurden, bezogen sich zunächst auf die Vervollkommnung und Verdichtung der Leitungen und auf die Ausgestaltung der örtlichen Fernsprechnetze; ferner wurden die Telephonzentralen in Prag und einigen anderen Städten selbsttätig gemacht. Daneben war das Ziel der Postverwaltung auf den systematischen Ausbau

Digitized by Google

der Kabelleitungen gerichtet, durch die das tschechoslowakische Netz Anschluß an den internationalen Kabelverkehr finden sollte. In diesem Sinne sind die Eröffnung des Kabels von Prag nach Dresden[1] und der Ausbau der Kabelleitung Prag—Brünn—Preßburg besonders zu erwähnen. Von Brünn aus wurde das Kabel einmal in der Richtung nach Mährisch-Ostrau verlängert, anderseits wurde das Kabel Dresden—Prag über Kolin, Deutsch-Brod, Brünn nach Lundenburg und von hier nach Brünn bzw. Preßburg weitergeführt. Eine Ergänzung fand diese Verbindung durch den Bau von Kabelleitungen von Brünn nach Olmütz/Mährisch-Ostrau, wodurch Anschluß an das preußische und polnische Kabelnetz erzielt worden ist. Nach Süddeutschland führt die Strecke Prag—Pilsen—Mies—Haid—Tachau—Nürnberg.

Die Zukunftsabsichten der tschechoslowakischen Postverwaltung lassen sich dahin zusammenfassen: Einführung einer direkten Verbindung zwischen Prag und London, Vermehrung der Fernsprechverbindungen zwischen Prag und Hamburg, Erweiterung des Verkehrs mit Frankreich, Errichtung einer direkten Kabellinie Prag—Triest, Vervollkommnung des Sprechverkehrs mit einigen überseeischen Staaten. Zwischen Prag und Rumänien ist eine Verbindung über Budapest und eine direkte Linie über Chust in Karpathorußland gebaut worden. Daneben bestehen Wünsche nach einer direkten Verbindung der Tschechoslowakei mit Jugoslawien, ferner mit Albanien, Bulgarien und Sowjetrußland, ihre Ausführung wird aber vorerst durch die Wirtschaftslage verhindert. *ér.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Der Schwingkristall und die Ursachen seiner Wirkungsweise. — Bekanntlich besitzen einige Kristallkontakte, z. B. Bleiglanz oder Rotzinkerz, eine fallende Charakteristik und sind daher zur Schwingungserzeugung brauchbar. Die Ursache der fallenden Charakteristik ist nach E. Habann darin zu suchen, daß diese Kristalle die Eigenschaft haben, Luft im Kontaktraum zu absorbieren. Beim Anlegen einer Spannung nehmen die Luftteilchen Elektronen auf und bilden dadurch im Kontaktraum eine Raumladung, die sich hauptsächlich in dünnen Schichten an den Elektroden konzentriert. Die an der Kathode haftende Schicht wird beim Stromfluß infolge der an der Kathode herrschenden Feldstärke abgehoben und zur Anode hinübergedrückt. Diese Umgruppierung bewirkt, daß bei kleinerer Spannung ein größerer Elektronenstrom fließen kann; die Charakteristik wird daher fallend. (E. Habann, Ann. Physik Bd. 9 [5. Folge], S. 1.) *Br.*

Zur Erklärung von Lichterscheinungen beim elektrischen Gasdurchschlag. — Es liegen Beobachtungen von W. Förster und H. Schwaab über Lichterscheinungen in Funkenstrecken vor, bei denen das Leuchten u. a. auftritt, ohne daß eine merkbare Spannungsabsenkung im Kathodenoszillogramm festzustellen ist. Zur Erklärung dieses Ergebnisses wird ein auf Grund der Rogowskischen Durchschlagstheorie entwickeltes Stromdichtediagramm für den Zündvorgang einer Glimmentladung vorgelegt. Jeder Zustand der Funkenstrecke zu irgendeiner Zeit, gekennzeichnet durch Spannung, Stromdichte und Feldbereich, ist durch einen Punkt im Diagramm dargestellt; der Zustandsverlauf wird durch die vom Zustandspunkt beschriebene Kurve erfaßt. Es können drei Bereiche abgegrenzt werden. In einem ersten erwartet man bei geringer Feldverzerrung weder Leuchten noch einen Spannungsabfall in der Funkenstrecke, im zweiten muß bei weiter zusammengerücktem Feldbereich Leuchten, aber noch kein Spannungsabfall beobachtet werden und im dritten Bereich treten unter stärkster Feldverzerrung sowohl Leuchten als auch Absenkung der Spannung auf. Die Theorie deutet somit den experimentellen Befund durch die Aussage, daß die Dauer der Beanspruchung der Funkenstrecke bei den Versuchen gerade hinreichte, um den Zustandspunkt in den zweiten der gekennzeichneten Bereiche vorzutreiben. (W. Fucks, Z. techn. Physik Bd. 14, S. 59.) *Sb.*

Impulsverlängerung; die Verlängerung sehr kurzer Schaltzeiten auf solche von beliebiger Dauer. — Zur Impulsverlängerung wird eine Elektronenröhre verwendet, in deren Gitterkreis ein Kondensator C liegt, der über einen Widerstand R entladen wird. Der zu verlängernde Impuls S von der Dauer t_1 lädt diesen Kondensator so auf, daß das Gitter der Röhre die negative Vorspannung E erhält. Der Kondensator entlädt sich über den Widerstand in der Zeit t, wobei C und R so bemessen werden, daß $t_2 \gg t_1$ wird und wobei $t_2 = t_1 + t$ ist. Das Verhältnis $t_2 : t_1$ wird als Ue bezeichnet. Durch entsprechende Bemessung von E, C und R kann der Entladevorgang auf sehr große Zeiten gebracht werden, so daß für Ue Werte bis 10^3 erreicht werden. Solange t_1 gegen t_2 vernachlässigbar klein ist, hängen Ue und t_2 nur von E, C und R ab. Eine Abhängigkeit von t_1 tritt erst ein, wenn in dem Aufladekreis für C ein Widerstand solcher Größe liegt, daß er eine vollständige Aufladung von C in der Zeit t_1 verhindert. Ist t_1 groß im Verhältnis zu $t_2 - t_1$, so wird nicht von „Impulsverlängerung", sondern von „Nachwirkzeit" gesprochen. Die rechnerischen Grundlagen für Impulsverlängerung, bei der t_2 nicht von t_1 abhängig ist, werden entwickelt, weitere Abhandlungen über Impulsverlängerung, bei der t_2 auch von t_1 abhängt, und über Sonderfälle werden in Aussicht gestellt. (W. Grube, Z. Fernm.-Techn. Bd. 12, S. 81 u. 107 [RPZ.].) *Tim.*

Untersuchung dielektrischer Verluste flüssiger Isolierstoffe bei kurzen Wellen mit dem Kalorimeter[1]. — In der Arbeit werden zunächst die zur Durchführung der Untersuchung dielektrischer Verluste flüssiger Isolierstoffe bei kurzen Wellen notwendigen Meßverfahren — die Spannungsmessung mit dem Kerrzellen-Elektrometer und die Verlustmessung mit dem Kalorimeter — eingehend beschrieben. Im Anschluß daran wird die Messung der Verluste flüssiger Isolierstoffe bei Wellen von 100 m bis herab zu 25 m Wellenlänge beschrieben und gezeigt, daß die Verluste mit der Spannung durch ein annähernd quadratisches Gesetz verbunden sind. Zwischen den Verlusten und der Frequenz besteht bei konstanter Spannung und Temperatur in dem beobachteten Frequenzbereich eine lineare Beziehung. Die Temperaturkurven zeigen ein schnelles Abfallen der Verluste mit steigender Temperatur im Bereiche von etwa 5 ··· 30 ° C. Mit höherer Temperatur tritt dann ein mehr oder weniger ausgeprägtes Ansteigen der Verluste ein. Das Wachsen der Verluste mit tiefer werdender Temperatur kann durch wachsende Inhomogenität des Isolierstoffes erklärt werden. Der Charakter der Verluste der flüssigen Isolierstoffe wird bei hoher Frequenz dem der Verluste fester Isolierstoffe bei niedriger Frequenz ähnlich. Bei hohen Frequenzen tritt somit auch bei Flüssigkeiten der frequenzunabhängige Verlust durch elektrolytische Leitung gegenüber dem frequenzabhängigen vollkommen zurück. (H. Vogler, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 8, S. 197.) *Sb.*

Werkstatt und Baustoffe.

Neue Werkstoffe. — Die Entwicklung der hochwertigen Stähle in Verbindung mit rasch fortschreitenden Erfolgen in der Schweißtechnik hat die Gießereifachleute zu weiteren Verbesserungen des Graugusses angeregt. Vom hochwertigen Grauguß, dann Elektroguß ist man beim legierten Guß angelangt, dem die Vorträge von Dr.-Ing. C. Pfannenschmidt, Köln, und Dr. Franz Roll, Leipzig, auf der 22. Hauptversammlung des Vereins deutscher Gießereifachleute am 10. und 11. VI. in Berlin gewidmet waren. Nach dem ersteren kann durch Zusätze der Metalle Ni, Cr, Mo, V, Cu usw. zum Edelguß der Guß für bestimmte Zwecke wesentlich verbessert werden. Sehr einschneidend wirkt Cr auf die Eigenschaften des Gußeisens. Die Brinellhärte wird erhöht, ebenso der Widerstand gegen Hitze, das Wachsen wird vermindert. Zusätze von Ni steigern Zug- wie Biegefestigkeit, auch die Biegungs-Schwingungsfestigkeit um etwa 50 %. Ein Zusatz von Mo wirkt härteausgleichend, so daß Gußstangen von 80 mm Dmr. bis auf 20 mm Dmr. abgearbeitet annähernd gleiche Brinellhärtegrade zeigten. Auch die Verschleißfestigkeit ist bei Mo-Gußeisen sehr gut. Ein Dieselmotorzylinder, der etwa 300 h unter Vollast im Betrieb war, zeigte an der Lauffläche eine Abnutzung von nur 0,02 mm bei 160 mm Dmr., die bei nicht legiertem Gußeisen das 1,8fache betragen haben würde. Der Preis legierter Gußstücke ist wohl höher als der unlegierter, aber die hohen Festigkeits- und sonstigen guten Eigenschaften machen die Mehrausgabe bezahlt. Die Gegenstände können dünnwandiger gehalten werden, ihr Gewicht wird geringer.

Dr. Roll sprach über den neuen Werkstoff „Niresist oder Nimolgußeisen", der von der International Nickel Co.,

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1755. Linie Wien–Prag: ETZ 1928, S. 1306; 1930, S. 1374.

[1] H. Vogler, Dissertation T. H. Braunschweig 1931.

Digitized by Google

New York, entwickelt wurde und für den die Firma Meier & Weichelt die Lizenz hat. Es ist ein Gußeisen, das mit Monel-Metall legiert ist. Die gängigsten Legierungen sind 20 %, 15 % und 10 % Ni, wozu ein Cu-Zusatz von 10 %, 7,5 % und 5 % mit einem Cr-Zusatz von 0 ··· 5 % je nach dem Verwendungszweck kommt. Der neue Werkstoff ist sehr korrosionsfest gegen Laugen und organische Säuren, so daß er als Ersatz für Bronze dienen kann. Gute Zunderfestigkeit bis etwa 900 ° und Volumenbeständigkeit (sehr geringes Wachsen) wurden festgestellt. Die Festigkeitswerte sind: Zugfestigkeit 18 ··· 35 kg/mm², Dehnung (sehr zu beachten) 0,5 ··· 2,5 %, je nach Cr-Gehalt, Biegefestigkeit 28 ··· 60 kg/mm², Durchbiegung 27 ··· 10 mm. Der Härtegrad kann bis zu 350 Br.E. gesteigert werden, doch empfiehlt es sich, nicht über 200 Grade zu gehen. Der Werkstoff ist schweißbar. Niresist-Schweißstäbe können zum Schweißen von Grauguß verwendet werden. Die Ausdehnung ist doppelt so hoch wie bei Gußeisen, aber in Verbindung mit Leichtmetall nicht unerwünscht. Der Schmelzpunkt liegt bei 1250 ° bis 1320 °. Das spez. Gewicht beträgt 7,6. Der Werkstoff ist völlig unmagnetisch. Remanenz rd. 0. Permeabilität nach Oerstedt von 1 ··· 160 bei — 20 ° ··· + 120 ° gleich 1,04 bis 1,06. Wattverlust kleiner als 0,1. Hysterese sehr klein. Widerstand 1,2 ··· 1,60 Ω je mm² u. m. Induktive Erwärmung wie bei Messing. Der Werkstoff eignet sich für Transformatoren, Durchführungen usw. Bearbeitbarkeit ist gesichert. A. Przygode.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

8. Grüne Woche Berlin 1934. — Die alle Gebiete der Landwirtschaft umfassende, zum 8. Male stattfindende Ausstellung „Grüne Woche Berlin" wird am 27. I. 1934 in den Hallen des Ausstellungsgeländes am Kaiserdamm eröffnet, sie dauert bis zum 4. II. 1934. Die „8. Grüne Woche Berlin 1934" ist die erste unter der nationalsozialistischen Regierung, sie steht ganz im Zeichen der Aufgaben und Ziele, die vom Reichsminister für Ernährung und Landwirtschaft, R. Walter Darré, der die Schirmherrschaft über die Ausstellung übernommen hat, verfolgt werden. Sie besteht aus einem wissenschaftlichen und einem wirtschaftlichen Teil. Auskunft erteilt die Ausstellungsleitung der „8. Grünen Woche Berlin 1934", Berlin-Charlottenburg 9, Königin-Elisabeth-Str. 22 (Fernspr. J 3 Westend 5286).

Energiewirtschaft.

Die Energiewirtschaft des Deutschen Reichs. — Anknüpfend an seinen der zweiten Weltkraftkonferenz 1930 vorgelegten Bericht (Nr. 386) „Die Energiebilanz und ihre Gestaltung in den Staaten Mitteleuropas" untersucht Oberbergrat Dr.-Ing. E. Haidegger die Energiewirtschaft des Deutschen Reichs, um die praktische Brauchbarkeit des von ihm für die Ermittlung der energiewirtschaftlichen Lage der Länder vorgeschlagenen Verfahrens an Hand eines Beispiels zu prüfen. Die von ihm aufgestellten Energiebilanzen beziehen sich auf die Jahre 1924, 1926, 1928, sie waren durchweg aktiv. Der Überschuß der Erzeugung betrug bzw. 9,5, 24,7 und 23,2 %, Sätze, die in der deutschen Handelsbilanz Ausfuhrposten von bzw. 213,76, 627,59 und 595,14 Mill RM darstellten. Nach Haideggers Analyse ergeben die drei Bilanzen für die wichtigsten charakteristischen Bestimmungsgrößen der Energiewirtschaft Deutschlands folgende Werte:

Jahr	1924	1926	1928
Gesamtenergiebedarf . . .	1196,22	1261,81	$1341{,}78 \cdot 10^{12}$ kcal
spezifischer Energiebedarf .	19,30	20,27	$21{,}46 \cdot 10^{6}$ „
Elektrisierungsfaktor . . .	10,80	14,64	18,50 %
spezifischer Stromverbrauch	232	329	442 kWh/Einw.

Als Elektrisierungsfaktor bezeichnet der Verfasser das Verhältnis der im Lande erzeugten bzw. verbrauchten elektrischen Energie zu dessen gesamtem Energiebedarf. Um nun Schlüsse bezüglich der künftigen Gestaltung der deutschen Energiewirtschaft ziehen zu können, wird die Beständigkeit aller energiewirtschaftlichen Einrichtungen Deutschlands sowie eine gleichmäßige Zunahme des Energiebedarfs vorausgesetzt und graphisch die Größe der drei oben zuerst genannten Faktoren unter Fortsetzung ihres aus den Bilanzen ersichtlichen linearen Verlaufs für die folgenden Jahre bestimmt. Haidegger kommt so für 1944 auf einen Gesamtenergiebedarf von $1940 \cdot 10^{12}$ kcal, auf einen ähnlichen Verlauf des spezifischen Energiebedarfs und auf einen Elektrisierungsfaktor von 49,30 %. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die lineare Änderung des gesamten und des spezifischen Energiebedarfs nur hinsichtlich des Verbrauchs beim Konsumenten gilt, während in der Energiebilanz der durch die Energieträger (Kohle, Holz, Öl usw.), in Wärmeeinheiten ausgedrückt, dargestellte Bedarf erscheint. Wird nunmehr ein ausführliches Rationalisierungsprogramm für alle Zweige der Energiewirtschaft ausgearbeitet, so können unter Berücksichtigung des aus der rationalisierten Bilanz sich ergebenden spezifischen Stromverbrauchs die entsprechenden Werte des Gesamtenergiebedarfs, des Elektrisierungsfaktors usw. ihrem Verlauf nach aufgezeichnet werden. Je intensiver die Energiewirtschaft rationalisiert wird, um so mehr weicht die Kurve des Gesamtenergiebedarfs von der Geraden ab, wobei der dieser Abweichung entsprechende Winkel α ein Maß für die Rationalisierung darstellt. Die vom Verfasser „Rationalisierungsfaktor" genannte Prozentzahl $(1 - \cos \alpha)$ 100 zeigt die Erfolge der Rationalisierung von einem gewissen Zeitpunkt an. In einem sein Verfahren mit anderen vergleichenden Schlußabschnitt erwähnt Haidegger auch das v. Millersche „Gutachten über die Reichselektrizitätsversorgung"[1]; er stellt fest, daß dieses und sein auf ganz davon unabhängigen Überlegungen beruhendes Verfahren zu den nahezu gleichen Werten des aus öffentlichen Werken gedeckten spezifischen Stromverbrauchs für 1935, nämlich 492 und 480 kWh/Einwohner führen. (E. Haidegger, Techn. u. Wirtsch. Bd. 26, S. 107.) *fm.*

[1] Vgl. ETZ 1930, S. 904.

AUS LETZTER ZEIT.

Aufträge der Reichspost. — Nach Mitteilungen der Reichspost anläßlich eines Presseempfangs hat der August nach lange Zeit anhaltender rückläufiger Bewegung in der Fernsprechteilnehmerzahl zum erstenmal wieder einen Zugang um rd. 2000 Teilnehmer gebracht. Für die Bekämpfung der Arbeitslosigkeit hat die Reichspost eine Reihe von wichtigen Maßnahmen vorbereitet. Von den zusätzlichen Aufträgen in Höhe von 77 Mill RM entfallen auf den Ausbau des Fernmeldewesens einschließlich Rundfunk rd. 55 Mill RM. Es werden den Kabel und Leitungsmaterial herstellenden Firmen Aufträge für 21,7 Mill RM, den Apparate herstellenden Schwachstromunternehmungen für 18,4 Mill RM zufließen.

Fernsehen in Deutschland. — Bei einer Besprechung im Reichspostministerium teilte Ministerialdirektor Gieß mit, daß die Deutsche Reichspost die Versuchsbilder künftig in 180 statt bisher in 90 Zeilen aufteilen werde. Ein zweiter Ultrakurzwellensender sei in Auftrag gegeben, um neben dem Bild gleichzeitig den Ton auf 2 getrennten Wellen von etwa 7 m übertragen zu können. Ferner soll ein Fernseh-Abtastgerät beschafft werden, damit Filme und Szenen übertragen werden können. Voraussichtlich werden mehrmals in der Woche dreimalige Versuchsendungen stattfinden.

Verbesserter Geschäftsgang bei der Porzellanfabrik Kahla. — Die Abteilung neuer keramischer Isolierstoffe für die Hochfrequenztechnik, insbesondere für die Radioindustrie, arbeitet zufriedenstellend. Außerdem erwartet die Gesellschaft große Aufträge im Zusammenhang mit dem Elektrisierungsprogramm der Reichsbahn. Infolge der vermehrten Beschäftigung (einschl. Abteilung für Geschirrporzellan) ist die Gesellschaft in die Lage versetzt, zum Teil wieder voll arbeiten zu lassen.

Wirtschaftsbelebung bei der Berliner Kraft- und Licht-AG. — In der Generalversammlung erklärte der Vorsitzende des Aufsichtsrates, Bürgermeister Dr. Maretzki, daß die in den letzten Monaten des laufenden Jahres gegenüber dem Vorjahr zu verzeichnende Belebung des Stromabsatzes[1] bisher stärker auf industrielle und gewerbliche Abnehmer als auf die Haushaltungen entfalle. Die BKL und die BEWAG haben für das Jahr 1933 zur Belebung der Wirtschaft ein Bauprogramm aufgestellt, das Aufwendungen in Höhe von 8 Mill RM vorsehe. Darüber hinaus werde durch die Finanzierung von Anschlüssen für 30 000 Abnehmer ein Betrag von weit über 4 Mill RM zur Ausgabe gelangen. Bisher sind in Durchführung dieses Projektes bereits 13 500 Wohnungen an das Leitungsnetz angeschlossen. Von einer allgemeinen Tarifsenkung soll vorläufig noch bis zur endgültigen Befestigung der Wirtschaftslage abgesehen werden. Als Erleichterungsmaßnahme für die Stromabnehmer hat der Aufsichtsrat daher

[1] s. ETZ 1933, S. 971.

Digitized by Google

beschlossen, vorläufig nur die Strompreise des Nachtstromtarifs herabzusetzen. Weiter soll auch die Grundgebühr für Kraftstrom für das Kleingewerbe herabgesetzt werden.

Siemens-Reiniger-Werke AG. — Die Generalversammlung ergab, daß die Siemens-Reiniger-Veifa G. m. b. H., deren Anteile im neuen Geschäftsjahr ganz auf die Siemens-Reiniger-Werke übergehen, entgegen der ursprünglichen Absicht nicht aufgelöst wird. Sie bleibt als Holdinggesellschaft für ihre Beteiligungen bestehen, deren Verwaltung die Siemens-Reiniger-Werke übernommen haben.

Fortschreitende Elektrisierung Anatoliens (Türkei). — Nachdem die größeren Städte Anatoliens fast ausnahmslos mit elektrischen Kraftwerken ausgestattet sind, macht jetzt auch lt. I und H die Elektrisierung der mittleren und kleineren Städte Fortschritte. Es wird berichtet, daß der Ministerrat die Konzession für ein kleines Elektrizitätswerk im Wilajet Balikessir vergeben hat, das innerhalb von 6 Monaten fertiggestellt und in Betrieb genommen sein soll. Ein weiteres Gesuch für die Errichtung eines Elektrizitätswerks im Wilajet Adana liegt vor.

Fernsehdienst in England. — Die British Broadcasting Corp. hat der Bairdschen Fernsehgesellschaft zum 31. III. 1934 den bisher regelmäßig mit 30 Bildzeilen durchgeführten Fernsehdienst gekündigt. Wenn eine Verbesserung der Übertragungen nicht durchzuführen ist, könnte diese Kündigung u. U. eine Einstellung des englischen Fernsehdienstes für einige Zeit bedeuten.

Westinghouse erwirbt Bensonkessel-Lizenz für Amerika. — Zwischen der Internationalen Benson-Patentverwertungs-AG., Zürich, und der Westinghouse Electric & Manufacturing Company ist ein Lizenzvertrag abgeschlossen worden, durch den Westinghouse die Patent- und Baurechte für den Bensonkessel in der V. S. Amerika erworben hat. Der Bensonkessel ist ein Dampfkessel für beliebige Betriebsdrücke bis über 200 at, der bis zu den größten Leistungen mit Erfolg ausgeführt worden ist, und der große wirtschaftliche Vorteile bietet. Beim Bau der Bensonkessel wird sich Westinghouse auf die Erfahrungen der Siemens-Schuckertwerke, die die Pionierarbeit auf dem Gebiet der Benson-Landkessel geleistet haben, und auf die Arbeiten von Blohm & Voß für Benson-Schiffskessel stützen.

Termine der Leipziger Frühjahrsmesse 1934. — Die Leipziger Frühjahrsmesse 1934 findet in der Zeit von Sonntag, den 4., bis Sonntag, den 11. III., statt. Die Mustermesse der Innenstadt schließt am Sonnabend, dem 10. III., während die große Technische Messe und Baumesse bis Sonntag, den 11. III., dauert. Die Textilmesse schließt am 7. III.; die Bürobedarfsmesse „Jaegerhof", die Reichsmöbelmesse, die Sportartikelmesse und die Sondermesse „Photo, Optik, Kino" werden bis einschließlich 8. III. durchgeführt. Die Bugra-Maschinenmesse dauert bis einschließlich 10. III.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Der Grundstein zum Neuaufbau der Technik.

Nachdem die in der Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit zusammengefaßten führenden deutschen technisch-wissenschaftlichen Vereine und Verbände durch die Anordnung des Stellvertreters des Führers vom 26. IX. d. J. die parteiamtliche Anerkennung gefunden hatten, traten sie am 19. X. d. J. zusammen, um Form und Inhalt der gemeinsamen Arbeit zu beschließen.

In der Versammlung wurden die Richtlinien der zukünftigen Arbeit festgelegt, wonach die Reichsgemeinschaft die Spitzenorganisation darstellt, die sich in erster Linie für die richtige Einfügung des Ingenieurs und seiner Arbeiten in den neuen Staat einsetzt.

Die Mitglieder der Reichsgemeinschaft, die ihre volle juristische Selbständigkeit behalten, werden — etwa nach dem Muster der künftigen Organisation der Technischen Hochschulen — zu Fachgruppen zusammengefaßt, deren jede einen Vertreter für den Vorstand ernennt.

Durch Hinzunahme maßgebender Persönlichkeiten aus der nationalsozialistischen Bewegung und aus dem öffentlichen Leben erweitert sich der Vorstand zum Senat. Diesem Senat gehören neben den Vertretern der Ministerien u. a. an:

Ingenieur Keppler, der Wirtschaftsbeauftragte des Reichskanzlers, Staatsrat Dr. Ley, der Führer der Arbeitsfront, Staatssekretär Dr. Ohnesorge und Dr. Vögler.

Mit der Durchführung der weiteren Arbeiten der Reichsgemeinschaft wurde der Vorsitzende des Vereins deutscher Ingenieure, Dr. Schult, beauftragt.

Die Versammlung billigte einstimmig folgende

Entschließung an den Herrn Reichskanzler

„Das Gebot der Selbstachtung und damit die Ehre der Nation verlangten Deutschlands Austritt aus dem Völkerbund, der uns die Gleichberechtigung verweigert.

Die in der Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit zusammengefaßten großen Vereine, der Verein deutscher Ingenieure, der Verband Deutscher Elektrotechniker, der Verein deutscher Eisenhüttenleute, die Deutsche Gesellschaft für Bauwesen, die Schiffbautechnische Gesellschaft und andere danken dem Führer für diese Entschließung.

Wir alle stehen hinter dem Führer und seiner Regierung und geloben treue Gefolgschaft im Kampf um die Gleichberechtigung.

Reichsgemeinschaft
der technisch-wissenschaftlichen Arbeit
Im Auftrage

Verein deutscher Ingenieure	Verband Deutscher Elektrotechniker
Schult	Ohnesorge
Vorsitzender	Vorsitzender

Verein deutscher Eisenhüttenleute
Vögler
Vorsitzender."

Der Verband Deutscher Elektrotechniker erwartet von allen seinen Mitgliedern, daß sie sich am 12. November bei der Volksabstimmung einmütig hinter diese Erklärung und damit hinter den Führer stellen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Vortragsreihe

des Elektrotechnischen Vereins in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin über das Thema:

„Das Weltfernsprechen".

Probleme seiner Technik und Organisation.

1. 6. XI. 1933:
   Herr Ministerialrat Dr. Wittiber: Geschichte und wirtschaftliche Bedeutung des Weltfernsprechens: Technik, Betrieb, Organisation, Finanz- und Tarifpolitik.
2. 13. XI. 1933:
   Herr Direktor Dr.-Ing. E. h. Dr. phil. h. c. Lüschen: Einige Vorführungen aus der Physik der elektrischen Nachrichtenübermittlung: Die Natur der elektr. Nachricht. Die Verzerrungen der elektr. Nachricht bei der Übertragung. Die Grundzüge der Mehrfach-Nachrichten-Systeme.

Digitized by Google

3. 20. XI. 1933:
Herr Postdirektor Gladenbeck: Organisation und Bedeutung der Arbeiten der internationalen beratenden Ausschüsse für den Fernsprech- (CCIF), Telegraphen- (CCIT) und Funkbetrieb (CCIR).
4. 27. XI. 1933:
Herr Dr. H. F. Mayer: Die Leitungstechnik des Weltfernsprechnetzes: Die Grundlagen der Netzplanung. Technische Gestaltung des Fernleitungsnetzes.
5. 4. XII. 1933:
Herr Direktor M. Langer: Die Technik des Fernbetriebes: Herstellung und Überwachung der Verbindungen, voll- und halbselbsttätiger und Handbetrieb, zweckmäßige Netzgestaltung für diese Betriebe.
6. 11. XII. 1933:
Herr Ministerialrat Höpfner: Das drahtlose Fernsprechen im Weltverkehr: Aufbau einer drahtlosen Verbindung, Eingliederung in das allgemeine Fernsprechwesen, Verbreitung des drahtlosen Fernsprechwesens.

Telegraphie und Rundfunk werden nur soweit besprochen, als sie mit dem Fernsprechwesen zusammenhängen.

Zeit: Montag abends pünktlich 6½ ··· 8 Uhr.

Ort: Großer Hörsaal des Neuen Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule.

Teilnehmerkarten sind zu haben:
a) im Elektrotechnischen Verein, Bln.-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II; Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02;
b) in der Technischen Hochschule, Zimmer Nr. 235.

Der Preis für sämtliche Vorträge beträgt:
a) für Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins 6 RM
b) für deutsche Studenten . . . . . 3 „
c) für andere Teilnehmer . . . . . 10 „

Karten für einzelne Vorträge werden nicht ausgegeben.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Braunschweig. 2. XI. 33, abds. 8 h, Aula der T. H. Braunschweig: Vortrag Dr.-Ing. F. Oertel, Berlin, „Grundlagen des elektr. Antriebes und ihre Lösungen in verschied. Industriezweigen" (m. Lichtb. u. Kurzfilmen).

Elektrotechn. Verein Breslau (gemeinsam mit dem Verein dt. Ingenieure). 10. XI. 1933, abds. 8 h, Saal 301 der T. H.: Vortrag Dr. Koch, Berlin, „Die deutschen Rohstoffgrundlagen und die Technik".

Elektrotechn. Verein des rhein.-westf. Industriebez. Duisburg. 8. XI. 1933, abds. 7½ h, Hotel Handelshof, Friedrichstr. 15/17: Vortrag Studienrat Dr.-Ing. Werners, Dortmund, „Die Bedeutung des elektr. Ersatzschemas für Praxis und Forschung".

Elektrotechn. Gesellschaft Halle a. S. 10. XI. 1933, abds. 8¼ h, gr. Hörsaal des Phys. Inst., Eing. Bergstraße: Vortrag Prof. Dr. Hoffmann, „Über die Entdeckung von neuen Elementarbestandteilen der Materie" (m. Vorführ. u. Lichtb.).

Ostdeutscher Elektrotechn. Verein, Königsberg. 6. XI. 1933, abds 8 h, Hörsaal des I. Phys. Inst. der Universität, Steindamm 6: Vortrag Dr. Frühauf, Berlin, „Bekämpfung der Überspannungen".

Elektrotechn. Verein des Berg. Landes, Wuppertal-Elberfeld. 2. XI. 1933, abds. 8 h, „Saal der Technik", Alexanderstr. 18: Vortrag Dr.-Ing. K. Bücken, Aachen, „Mensch und Maschine im Elektromaschinenbau".

Physikalische Gesellschaft zu Berlin. 3. XI. 1933, nachm. 5½ h, Phys.-Inst. der Univ., Reichstagsufer 7 ··· 8: 1. Überreichung der Planck-Medaille an W. Heisenberg. 2. Vortrag W. Heisenberg, „Die Rolle der Neutronen beim Kernaufbau".

Vereinigung von höheren technischen Reichsbahnbeamten e. V. (Vereistech), Berlin. 3. u. 4. XI. 1933, vorm. 9 h, Plenarsaal des Vorläuf. Reichswirtschaftsrates, Bellevuestraße 15: 8. wissenschaftliche Tagung anläßl. des 25jähr. Bestehens mit folgenden Vorträgen:

3. XI. Dr.-Ing. E. h. Leibbrand, Berlin, „Geschwindigkeitsteigerungen auf der Schiene", mit Aussprache. Filmvorführung: „Schnellverkehr".

4. XI. Dr.-Ing. Remy, Köln, „Die Nord-Süd-S-Bahn Anhalter Bahnhof—Stettiner Bahnhof im Rahmen der Großberliner Verkehrsprobleme", mit Aussprache.
Dr.-Ing. W. Reichel, „Mittel zum Schnellverkehr: Elektrischer Betrieb", mit Aussprache.
Dr.-Ing. E. h. Nordmann, Berlin, „Mittel zum Schnellverkehr: Dampfbetrieb", mit Aussprache.

Auskunft erteilt die Geschäftstelle: Berlin W 35, Potsdamer Str. 28.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

A. Schmidt. — Am 7. XI. d. J. feiert der Generalsekretär des Elektrotechnischen Vereins, Herr Ministerialrat a. D. Dr. phil. Arthur Schmidt in voller Rüstigkeit seinen 70. Geburtstag. Seit fast 10 Jahren stellt er mit vorbildlicher Gewissenhaftigkeit seine Unermüdlichkeit, seine Sach- und Menschenkenntnis und sein feines Taktgefühl in den Dienst des Vereins. Der Außenstehende ahnt nicht, wieviele schwierige und heikle Fragen gerade während seiner Amtszeit zu lösen waren; wenn ihre Lösung gelungen ist, so verdankt der Verein dies zu einem wesentlichen Teile der aufopfernden Vorbereitung aller Beratungen und Verhandlungen durch Herrn Dr. Schmidt. In den letzten schweren Jahren hat er oft Gelegenheit gehabt

A. Schmidt.

und sie gerne und mit warmem Herzen ergriffen, den Vereinsmitgliedern mit Rat und Tat zu helfen, soweit es in seiner Macht stand. Mit dem Elektrotechnischen Verein wünschen weite Kreise der deutschen Elektrotechnik dem liebenswürdigen und humorvollen Manne noch viele Jahre ungetrübter Lebensfreude.

Jubiläum. — Am 1. X. d. Js. beging die von den Herren W. Krogsgaard und A. Becker im Jahre 1883 gegründete und an diesem Tage handelsgerichtlich eingetragene Firma Krogsgaard & Becker, Spezialfabrik elektr. Schaltapparate, Hamburg 30, das 50jährige Geschäftsjubiläum. Herr Krogsgaard, der in seinen jungen Jahren bei Siemens Brother's in London, zuletzt als Obermeister, tätig war, wurde 5 Jahre später Alleininhaber der Firma und führte dieselbe bis zu seinem im Jahre 1925 erfolgten Ableben weiter. Hierauf wurde das Geschäft von den langjährigen Prokuristen der Firma, den Ingenieuren H. Semann und W. Parrhysius, mit allen Aktiven und Passiven erworben und als offene Handelsgesellschaft fortgesetzt. Herr Semann leitet persönlich seit fast 25 Jahren die Fabrikation und Konstruktion, während die kaufmännische Leitung in den Händen von Herrn Parrhysius liegt.

Digitized by Google

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Belastungsausgleich in Kraftwerken

Bei der Zusammenstellung der Zahlentafel 1 (S. 418 der ETZ d. J.) sind versehentlich falsche Werte den Tafeln entnommen worden. Sie muß heißen:

$Z =$	10	20	50	100	500	1000
$G_s =$	3,26	8,90	4,66	5,16	6,16	6,56.

Hiernach wären etwa die weiteren Rechnungen abzuändern. — Allgemein fällt auf, daß der Ausgleich nach diesen Rechnungen mit wachsender Abnehmerzahl Z schlechter wird. Diese Erscheinung entsteht aus der Annahme, daß die Mitten der Rechteckseiten auf der Kurve liegen sollen, oder daß die Wahrscheinlichkeiten der größten zeitlichen Abweichungen $\frac{100}{2Z}$ % bzw. $\left(100 - \frac{100}{2Z}\right)$ % seien. Hierfür kann wohl ein logischer Grund nicht angegeben werden, es fehlt vielmehr ein Bestimmungstück zur Berechnung des mittleren Fehlers ϑ oder der Zahl z der Einschaltungen zur Zeit t_e. Die berechneten Werte ζ beziehen sich also nur auf ein angenommenes Verhältnis $z/Z \left(= \frac{1}{\sqrt{\pi}}\right)$, sind also nicht allgemein gültig. Die Abhängigkeit $z = f(Z)$ wäre noch zu untersuchen.

Darmstadt, 22. V. 1933. Günter Schnaus.

Erwiderung.

Herr SCHNAUS hat in dankenswerter Weise auf ein Versehen aufmerksam gemacht. Die Abb. 6 und 7, S. 419, sind infolgedessen durch die neuen Abbildungen 6 und 7 zu ersetzen. Trägt man z_h abhängig von Z für verschiedene Werte von g/G als Parameter im logarithmischen Koordinatensystem auf, so erhält man nun eine Geradenschar. Natürlich gilt die Wahrscheinlichkeitskurve nur für sehr viele Teilnehmer; die Betrachtungen sind also etwa für 1000 Teilnehmer angenähert richtig. Wendet man die Kurve z. B. für 10 Teilnehmer an, so liegt hierin eine Willkür. Man kann aber den Versuch wagen und annehmen, daß einer von den 10 Teilnehmern immer 100 von den 1000 Teilnehmern ersetzen soll; dann ergibt sich die von mir gezeichnete Verteilung für die 10 Teilnehmer.

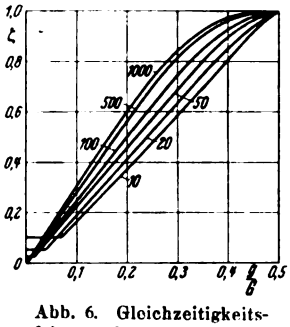


Abb. 6. Gleichzeitigkeitsfaktor ζ für 10 ··· 1000 Teilnehmer einer Gruppe.

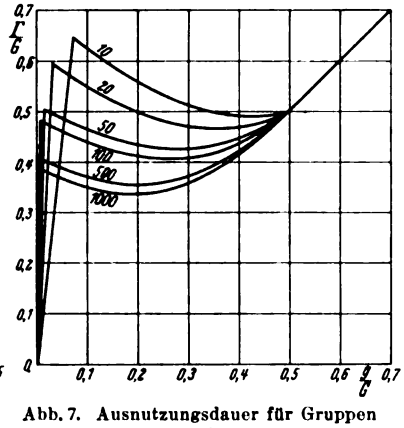


Abb. 7. Ausnutzungsdauer für Gruppen mit 10 ··· 1000 Teilnehmern.

München, 27. VI. 1933. Schwaiger.

LITERATUR.

Besprechungen.

Elektrische Hochleistungsübertragung auf weite Entfernung. Vorträge von Rüdenberg, Pohlhausen, Mandl, Friedländer, Rachel, Piloty u. Matthias. Veranstaltet durch den Elektrotechnischen Verein, e. V., zu Berlin in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule zu Berlin. Herausg. von Prof. Dr.-Ing. und Dr.-Ing. E. h. R. Rüdenberg. Mit 240 Textabb., VI u. 370 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. 31,50 RM.

Trotz der überragenden Bedeutung der Übertragung großer Energiemengen auf weite Entfernungen fehlte es bis heute an einer zusammenfassenden Darstellung der auf diesem Gebiet liegenden Einzelaufgaben. Dem Elektrotechnischen Verein Berlin und dem Außeninstitut der dortigen Technischen Hochschule gebührt dafür Dank, daß durch die Veranstaltung einer Vortragsreihe auf diesem Gebiet (Anfang 1931) den in der Praxis stehenden Ingenieuren die Möglichkeit geboten wurde, die vielen Besonderheiten des Übertragungsproblems in systematischer Form und in einheitlicher Darstellung kennen zu lernen. Die Tatsache, daß über 600 Hörer diese Vorträge besuchten, ist der beste Beweis, daß hier ein Bedürfnis vorlag. Das vorliegende Buch, in dem die einzelnen Vorträge gesammelt sind, kommt wohl in erster Linie dem Wunsch der Teilnehmer entgegen, das Gehörte auch schwarz auf weiß zu besitzen. Darüber hinaus wird das Buch meiner Meinung nach aber auch die Aufmerksamkeit der gesamten Fachwelt erregen. Früher galt hauptsächlich das Gebiet des Dynamobaues als die Domäne der theoretischen Elektrizitätslehre und der angewandten Mathematik. Schon ein flüchtiger Blick in das vorliegende Buch zeigt, daß nun auch der Betriebsingenieur und der projektierende Ingenieur über ein gerüttelt Maß von Kenntnissen auf diesen Gebieten verfügen müssen, wenn sie sich hier erfolgreich betätigen wollen.

Das ganze Problem der Energieübertragung wird im I. Abschnitt (bearbeitet von R. Rüdenberg) aufgerollt und in die Einzelgebiete zergliedert, die in den folgenden Abschnitten von den Spezialisten auf diesen Gebieten behandelt werden. Dieser I. Abschnitt ist der Schlüssel zum Verständnis des Ganzen, und dem Leser kann nur empfohlen werden, diese mit zwingender Logik aufgebauten Darlegungen auf das sorgfältigste durchzuarbeiten. Der Verfasser geht von der verlustfreien Leitung und von der Übertragung mit rein fortschreitenden Wellen aus und gewinnt dadurch die Möglichkeit, in einfacher und doch exakter Weise den Zusammenhang der Einzelaufgaben aufzudecken und das Wichtigste herauszustellen.

Im II. Abschnitt folgt die Theorie der langen Leitungen (bearbeitet von K. Pohlhausen). Ausgehend von den Telegraphengleichungen werden zunächst die Diagramme für die Spannungs- und Stromverteilung längs der Leitungen und dann ein Leistungsdiagramm entwikkelt. In diesem Abschnitt ist wohl zum erstenmal der Aufbau aller für die Praxis empfehlenswerten Diagramme der wirklichen Leitungen in systematischer und einheitlicher Weise durchgeführt. Man vergleiche mit diesem Abschnitt das klassische Buch von Roeßler und man wird erkennen, wie sehr diese Theorien erweitert und vervollkommnet worden sind.

Im III. Abschnitt (bearbeitet von A. Mandl) wird das Verhalten der Maschinen und Transformatoren in ihrer Zusammenarbeit mit der Fernleitung bei langsamen und plötzlichen Belastungsänderungen untersucht. Es wird hier scharf herausgearbeitet, daß für die sog. statische Stabilität das Kurzschlußverhältnis und für die dynamische Stabilität die resultierende Streuung maßgebend ist. Damit sind auch die Gesichtspunkte für den Entwurf der Maschinen gefunden. Sehr wichtig sind die sich ergebenden Folgerungen für die Erregeranordnungen und für die Spannungs- und Leistungsregelung.

Im IV. Abschnitt über Kompensation und Regelung der Leitungen (bearbeitet von E. Friedländer) wird die kompensierte Leitung untersucht und die zur Verfügung stehenden Kompensationsmittel und ihre Steuerung werden miteinander verglichen. Ganz ausgezeichnet und anschaulich ist die Vektorperspektivdarstellung der Zustände auf der Leitung und sehr interessant ist auch die Erweiterung des Griscon-Modelles zur Darstellung des kapazitiven Einflusses im mechanischen Modell. Auch die wichtigste Frage des Regelmaßes (Indikator) für die Kompensation ist eingehend behandelt.

Der V. Abschnitt über die Regelung der Kraftwerke beim Zusammenschluß (bearbeitet von A. Rachel) ist der betriebstechnischen Seite des Problems gewidmet. Es werden zunächst die bekannten Vorgänge der Wirk- und Blindlastregelung bei Maschinen beschrieben und dann werden die Methoden der Regelung beim Zusammenschluß mehrerer Werke über eine Fernleitung oder über ein großes Netz behandelt. Beim Lesen dieses Abschnittes erkennt man sofort, daß hier ein erfahrener Praktiker spricht.

Der VI. Abschnitt (bearbeitet von H. Piloty) behandelt das Problem der Energieübertragung von der wirtschaftlichen Seite her. Der Verfasser hat die wirtschaftlichen Untersuchungen dadurch auf ein höheres Niveau gehoben, daß er „bezogene" Größen eingeführt hat, wodurch die Ergebnisse umfassendere Bedeutung gewinnen. Man sollte bei allen wirtschaftlichen Untersuchungen die hier gewiesenen Wege beschreiten. Sehr interessant ist der Vergleich der Energieübertragung mit Drehstrom und Gleichstrom.

Digitized by Google

Im letzten Abschnitt, welcher die Überspannungstörungen der Fernübertragung behandelt (bearbeitet von A. Matthias), sind die Ergebnisse der langjährigen und umfangreichen Gewitterforschungen, an denen sich der Verfasser führend beteiligte, in übersichtlicher Weise zusammengefaßt und die sich ergebenden Folgerungen für den Überspannungschutz dargelegt. Ein ausführliches Inhaltsverzeichnis beschließt das Buch. Wie diese knappe Übersicht zeigt, ist in dem vorliegenden Werk ein außerordentlich umfangreiches Material verarbeitet. Wir haben hier wohl die neuzeitlichste und umfassendste Darstellung der Hochleistungsübertragung von einem einheitlichen Standpunkt aus. Es ist allerdings kein Buch für den Anfänger und infolge der notwendigen Kürze der Darstellung nicht immer ganz leicht zu lesen. Wer auf diesem Gebiet mitarbeiten will, muß sich dem Studium dieses Buches eingehend widmen. Auch für die oberen Semester des Hochschulunterrichtes lassen sich große Teile des Werkes ausgezeichnet verwenden. Die Ausstattung des Buches durch den Verlag ist, wie gewohnt, vorzüglich.

A. Schwaiger.

Schwingungsprobleme der Technik. Von Prof. S. Timoshenko. Ins Deutsche übertragen von Dr. I. Malkin u. Dr. E. Helly. Mit 183 Abb. i. Text, VIII u. 376 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. 26 RM.

Das Anwachsen der Geschwindigkeiten in den letzten Jahren hat die Schwingungsprobleme stark in den Vordergrund gerückt, und ähnlich wie auf dem Gebiete der Hydrodynamik ist auch hier die Literatur binnen kurzem stark angewachsen. Trotzdem wird die deutsche Übersetzung der bereits 1928 in London erschienenen „Vibration Problems in Engineering" sicherlich oft und gern zum Studium dieses weiten Gebietes herangezogen werden. In klarer und übersichtlicher Weise werden die einzelnen Kapitel dieses neuzeitlichen Zweiges der Ingenieurwissenschaften behandelt. Dadurch, daß die mathematischen Rechnungen nicht Selbstzweck bleiben, sondern immer mit den Bedingungen der Praxis verglichen werden, und durch die vielen Beispiele und Übungsaufgaben, die der Verfasser bringt, ist dieses Werk auch zum Einarbeiten seitens der Studenten in diesen Wissenszweig sehr geeignet.

Gegenüber der englischen Ausgabe enthält die deutsche einige Erweiterungen. So sind zum Beispiel die Schwingungen mit Dämpfung durch Coulombsche Reibung neu aufgenommen worden, auch der Abschnitt über das Auswuchten fand eine wesentliche Erweiterung. Schließlich ist auch noch die Zahl der Beispiele und Anwendungen erweitert worden.

Aus dem Inhalt sei folgendes erwähnt. Das I. Kapitel behandelt die harmonischen Schwingungen mit einem Freiheitsgrad mit und ohne Beachten der Masse des schwingenden Gliedes. Man vermißt hier die Behandlung von Schwingungen mit dem Geschwindigkeitsquadrat verhältiger Dämpfung. Das II. Kapitel bringt einen guten Überblick über die nichtharmonischen Schwingungen. Das III. Kapitel ist den Systemen mit mehreren Freiheitsgraden gewidmet. Von den technischen Anwendungen seien insbesondere erwähnt die Schwingungen von Fahrzeugen, die der Torsion und Biegung von Wellen mit festem und veränderlichem Querschnitt, mit und ohne Zwischenschaltung von Getrieben, der Einfluß der Kreiselwirkung und des Wellen- und Scheibengewichtes. Den Abschluß bildet die Theorie der Schwingungsdämpfer. Das letzte Kapitel bringt die Schwingungen elastischer Körper, als da sind Längs- und Querschwingungen von Stäben, wobei den verschiedenen Arten der Lagerung Beachtung geschenkt wird. Als Anwendungen aus der Technik werden hier die Schwingungen von Brücken, Turbinenschaufeln und Schiffskörpern behandelt. Auch der Längs- und Querstoß prismatischer Stäbe ist, soweit er ins Gebiet der Schwingungen gehört, erörtert. Dann folgen die Schwingungen von Platten verschiedener Form, und in einem Anhang wird ein kurzer Überblick über die verschiedenen Meßgeräte gegeben.

Horst Müller.

Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen. Von Ostwald-Luther. Unt. Mitw. v. zahlr. Fachgenossen herausg. v. C. Drucker. 5., neubearb. Aufl. Mit 630 Fig. i. Text u. 3 Taf., XIX u. 979 S. in 8°. Akademische Verlagsges. m. b. H., Leipzig 1931. Preis geh. 49 RM, geb. 52 RM.

Das altberühmte Handbuch bedarf keiner besonderen Empfehlung. Aus einem schmalen Bande ist in 38 Jahren ein dickes Buch geworden entsprechend dem gewaltigen Wachstum der physikalischen Chemie oder, wie sie jetzt teilweise treffend genannt wird, chemischen Physik. Auch dem Eletrotechniker wird für Temperaturmessungen und viele andere Laboratoriumsarbeiten dies Handbuch mit seiner ausführlichen Belehrung unentbehrlich sein können. Hervorheben will ich hier nur das einleitende Kapitel über das Rechnen, von R. Luther mit bestem Urteil bearbeitet (S. 1 ··· 61), und Kap. 23 über Röntgenstrahlenaufnahmen (S. 746 ··· 786).

K. Arndt.

The National Physical Laboratory. Collected Researches Bd. 22, 1930. 21 Arbeiten, m. zahlr. Abb. u. 417 S. in 4°. Herausg. von His Majesty's Stationery Office, London 1930. Preis geh. 1 £.

In diesem Bande, der auch äußerlich sehr gediegen ausgestattet ist, sind 21 bemerkenswerte Arbeiten aus dem National Physical Laboratory zusammengefaßt. Sie sind bereits in Fachzeitschriften vorher veröffentlicht worden, größtenteils im Journal of the Institution of Electrical Engineers. Die einzelnen Aufsätze sind verfaßt von den Herren Arnold, Beer, Booth, Colebrook, Dye, Hartshorn, McPetrie, Melsom, Oliver, Rayner, Thomas, Vigoureux und Wilmotte. Die erste Hälfte des Bandes nehmen Untersuchungen aus dem Gebiet der drahtlosen Telegraphie ein, an denen R. M. Wilmotte in großem Umfang beteiligt ist. Diese Arbeiten behandeln zum Teil die Eigenschaften der Sende- und Empfangsantennen, besonders die Stromverhältnisse in Strahlwerferanlagen; zum andern Teil werden neue Meßverfahren für das Gebiet der hochfrequenten Schwingungen und Standardeinrichtungen beschrieben. Es folgen Untersuchungen aus dem Gebiet der Starkstromtechnik; in ihnen werden u. a. behandelt die Energieverluste in einadrigen Bleimantelkabeln, die von Einphasenstrom durchflossen werden, die Eigenschaften von Dreiphasenleitungen, deren einadrige Kabel in einer Ebene verlegt sind, der Einfluß von Erdverbindungen und Überlastungen, Hochspannungskondensatoren, Materialeigenschaften, im besonderen Strombelastung von Leitern aus Kupfer und Aluminium. Die Messung von Dielektrizitätskonstanten flüssiger Stoffe wird auf eine Genauigkeit von 4 Dezimalstellen gesteigert. Den Schluß bilden Untersuchungen über die Eigenschaften von Elektronenröhren und ihre Steuerung durch piezoelektrische Quarzkristalle. Alle Untersuchungen sind theoretisch und experimentell durchgearbeitet.

F. Kiebitz.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Finanzierungshilfen bei Neuanlagen, Reparaturen und Erweiterungen für Hausbesitzer und Mieter. — In nachstehendem Merkblatt vom Oktober 1933 bringt die Elektrofront Gemeinschaft für Arbeitsbeschaffung, Berlin NW 7, Dorotheenstr. 8, in übersichtlicher Form eine Zusammenstellung der Finanzierungshilfen bei elektrischen Anlagen, in der Punkt 1 sich auf das ganze Reich bezieht, während Punkt 2 ··· 5 für Berlin und die Mark Brandenburg gelten:

1. Das Reich

gewährt zu den Aufwendungen für Instandsetzungs- und Ergänzungsarbeiten einen Barzuschuß in Höhe von 20 %, der sich auf 50 % erhöht, wenn die Aufwendungen der Teilung von Wohnungen, der Herrichtung sonstiger Räume zu Wohnzwecken oder den Zwecken des zivilen Luftschutzes dienen. Dazu werden vom Reich Zinsvergütungsscheine für den Rest der Aufwendungen gewährt, die es dem Hausbesitzer oder Mieter ermöglichen, sechs Jahre lang die Zinsen in Höhe von 4 % für die von ihm aufzubringenden oder zu leihenden 80 bzw. 50 % der Kosten zu decken.

Außerdem können u. U. die Aufwendungen teilweise als Werbungskosten bei der Einkommensteuer abgesetzt werden. Der Reichszuschuß durch Barvergütung, Zinsvergütung und Steuererleichterungen beläuft sich je nach der Lage des Falles auf insgesamt 40 ··· 70 %!

Reichszuschüsse und Zinsvergütungsscheine werden auch den Mietern gewährt, wenn die Arbeiten durch die Mieter vergeben und bezahlt werden.

Alle Anträge sind an das zuständige Wohnungsamt zu richten.

Ersatzbeschaffungen für bereits vorhandene Motoren und sonstige elektrische Maschinen und Geräte jeder Art, Beleuchtungsanlagen einschl. Schaufenster- und Reklamebeleuchtung können in voller Höhe bei der Einkommen- und Gewerbesteuer-Erklärung kaufmännischer, industrieller, Handwerks-, Gewerbe- und landwirtschaftlicher Betriebe abgesetzt werden. Die Ersatzbeschaffung darf aber nicht zur Minderbeschäftigung oder Entlassung von Arbeitnehmern führen.

2. Die BEWAG

gewährt für neuanzuschließende Alt-Wohnungen, die vor dem 20. VII. 1933 bezugsfertig und bewohnt waren, folgende Erleichterungen:

a) Die Gebühren der Hausanschlüsse sind von ursprünglich 180 RM auf 40 RM für 5 oder mehr Wohnungen, 60 RM für 3 oder 4 Wohnungen und 80 RM für 1 oder 2 Wohnungen herabgesetzt.

b) Die BEWAG gewährt einen Zuschuß zu den Kosten der Steigeleitung für jede neuanzuschließende Wohnung in Höhe von 20 RM, bei Querverbindungen in Höhe von 30 RM.

c) Endlich wird zur Förderung der Installation von Wohnungen dem Hausbesitzer von der BEWAG ein Darlehen in Höhe von 60 RM gewährt, das mit 5 % zu verzinsen und in monatlichen Teilbeträgen von 1 RM zu tilgen ist.

Digitized by Google

Durch das bekannte Elektrissima-System für Beleuchtungskörper und Geräte gewährt die Bewag bekanntlich Teilzahlungen mit 10 ··· 15 Monatsraten.

3. Das Märkische Elektricitätswerk

gewährt genau die gleichen Erleichterungen wie die BEWAG, ebenso

4. das Elektricitätswerk Südwest,

das aber darüber hinaus noch verlorene Zuschüsse für Wohnungsinstallationen in Höhe von 16 RM bis 24 RM gewährt.

5. Die Feuersozietät der Provinz Brandenburg

gewährt erhebliche Zuschüsse zu den Kosten der Umänderungen alter, bedenklicher elektrischer Anlagen in landwirtschaftlichen Wirtschaftsräumen. Diese Zuschüsse sind jetzt um 5% auf bis zu 30% der Kosten erhöht worden. Anträge sind an die Feuersozietät der Provinz Brandenburg, Berlin W. 35, Am Karlsbad 3, B 1 Kurfürst 8301 zu richten.

Aus den Jahresabschlüssen deutscher elektrotechnischer Gesellschaften*.

Werte in 1000 RM

(Die fettgedruckten Ziffern beziehen sich auf das Jahr 1932
„ *schräg* „ „ „ „ „ „ „ 1931.)

Name der Gesellschaft	I. Ideal-Werke AG. für drahtlose Telephonie, Berlin	II. Aronwerke Elektrizitäts-AG.[3] Berlin	III. Radio-AG, D. S. Loewe, Berlin	IV. Telephonfabrik Berliner AG., Berlin
Geschäftsjahr	Jan./Dez.	Jan./Dez.	Jan./Dez.	Jan./Dez.
A. Aktiva				
I. Anlagevermögen	**736** / *832*	**2 011** / *2 010*	**1 486** / *1 625*	**315** / *1 071*
II. Beteiligungen	**158** / *134*	**28** / *28*	**200** / *193*	**2 466** / *3 068*[6]
III. Umlaufsvermögen				
1. Vorräte	**646** / *736*	**4 198** / *4 030*	**322** / *469*	— / *2 685*
2. Effekten	— / —	**226**[4] / *208*[4]	— / —	**47** / —[9]
3. Forderungen:				
a) an abhäng. u. Konzerngesellschaften	**1 805** / *1 780*	**1** / *10*	**1 121** / *1 401*	**2 603** / —
b) an sonstige Schuldner		**3 934** / *4 057*		**632** / *5 106*
4. Kasse, Wechsel, Schecks, Bank- u. Postscheckguthaben	**796** / *1 352*[2]	**396** / *1 565*	**188** / *114*	**288** / *104*
Summe III	**3 247** / *3 868*	**8 753** / *9 870*	**1 631** / *1 984*	—[2] / —[2]
1932 gegen Vorjahr in %	— 16	— 11	—17,3	—
B. Passiva				
I. Grundkapital	**1 500** / *1 500*	**8 000** / *8 000*	**1 500** / *1 500*	**2 970** / *2 970*
II. Reservefonds	**200** / *150*	**712** / *1 000*	**150** / *150*	— / —
III. Unterstützungsfonds	— / —	— / —	— / —	**200**[10] / —
IV. Rückstellungen	— / *560*[4]	**55** / *115*	**911**[8] / *21*[8]	— / —
V. Wertberichtigungen	**322** / —	— / —	— / —	— / —
VI. Verbindlichkeiten:				
1. aus Hypotheken, Schuldverschreib., langfr. Darlehen		— / *125*	— / —	**111** / *131*
2. gegenüb. abhäng. u. Konzerngesellschaften	**2 040** / *2 468*[2]	**5** / *20*	— / —	**2 866** / —
3. Sonstige		**2 325** / *3 030*	**903** / *2 036*	**2 596** / *8 917*
Summe VI	**2 040** / *2 468*	**2 330** / *3 175*	—[2] / —[2]	**5 373** / *9 048*
1932 gegen Vorjahr in %	—17,3	—26,5	—	—40,3
Bilanzschlußzahl	**4 142** / *4 833*	**11 479** / *12 670*	**3 475** / *3 802*	**8 351** / *12 018*
C. Aus Gewinn- und Verlustrechnung				
I. Steuern	— / —	**282** / *133*	**149** / *167*	**85** / *183*
II. Soziale Abgaben	— / —	**278** / *328*	**122** / *173*	**45** / *318*
III. Abschreibungen	**562** / *492*	**418** / *281*	**190** / *215*	**2 554**[11] / *309*
IV. Jahresreingewinn[1]	**42** / *79*	**373** / *232*	— / *76*	— / —
V. Dividende	— / *4%*	**4%**[7] / *10%*[7]	— / *5½%*	— / —
VI. Jahresreinverlust[1]	— / —	— / —	**157** / —	**1 180** / *633*

Anmerkungen:

[1] ohne Vorjahresvortrag.

[2] keine Summe, da die Posten nicht voll vergleichbar erscheinen.

* Vgl. ETZ 1933, S. 928.

Aus den Geschäftsberichten für 1932.

Zu I. Idealwerke AG. für drahtlose Telephonie.

Anmerkungen:

[3] Davon 421 464 RM nicht in Anspruch genommener Dollarkredit.

[4] Einschl. 365 657 RM Delkredere.

Die Umsätze des Jahres 1932 sind gegen das Vorjahr um 23% zurückgegangen. Die Hauptursache für diese Entwicklung waren die Einfuhrbeschränkungen des Auslandes, die zur Folge hatten, daß nur noch ein Drittel des Gesamtumsatzes (gegen 55% im Jahre 1931, 65% im Jahre 1929) ausgeführt werden konnte. In Voraussicht dieser Entwicklung hat die Gesellschaft den Kreis ihrer selbständigen Schwesterunternehmungen im Ausland wiederum vermehrt, indem eine kapitalkräftige tschechische Gruppe die Finanzierung einer tschechischen Blaupunkt-Gesellschaft, der Ideal-Radio AG., Prag, mit eigener Fabrikation übernommen hat. Ein Teil des Exportausfalls konnte durch erhöhten Inlandsumsatz ausgeglichen werden.

Zu II. Aronwerke Elektrizitäts AG.

Anmerkungen:

[5] Die Firma feierte 1933 ihr 50jähriges Bestehen. Name ist 1933 geändert in „Heliowatt-Werke Elektrizitäts-AG., Berlin".

[6] Davon 205 500 RM eigene Aktien (nom. 411 000 RM).

[7] Auf z. Z. in Umlauf befindliche Aktien (1932) bzw. auf ausgegebene 4 Mill RM A-Aktien (1931).

Der wertmäßige Umsatzrückgang der Radioabteilung gegen das Vorjahr stellt sich auf etwa 20%. Das Ausfuhrgeschäft verminderte sich infolge der bekannten Exporterschwerungen wertmäßig gegenüber 1931 um etwa 40%. Der Absatz der Zähler- und Schaltuhrenabteilung betrug wertmäßig nur zwei Drittel des Vorjahres. Die ersten 5 Monate des laufenden Geschäftsjahres sind für das Radiogeschäft trotz weiter rückläufigen Exports vom Standpunkt des Gesamtumsatzes und der Rentabilität aus günstiger verlaufen als die gleiche Periode des Vorjahres. Die technische Entwicklung des neuen Jahres auf dem Radiogebiet ist in etwas ruhigere Bahnen gelenkt.

Zu III. Radio AG., D. S. Loewe.

Anmerkungen:

[8] Einschl. Delkredere 1932: 40 487 RM; 1931: 21 454 RM.

Infolge der ungünstigen Wirtschaftslage hat sich der Umsatz im Jahre 1932 gegen das Vorjahr (1931 betrug der Umsatz netto rd. 7,5 Mill RM) vermindert. Das erste Quartal des neuen Geschäftsjahres 1933 hat der Gesellschaft eine volle Beschäftigung bei höheren Umsatzzahlen als zur gleichen Zeit des Vorjahres gebracht.

Zu IV. Telefonfabrik Berliner AG.

Anmerkungen:

[9] Einschl. Effekten.

[10] Rückstellung für Pensionen.

[11] Davon auf Warenbestände 1 303 666 RM; auf Anlagen 501 051 RM; auf Beteiligungen 554 500 RM.

Die Gesellschaft hat ihre Werkstätten in Steglitz im Jahre 1932 stillgelegt und die Fabrikation zur Mix & Genest AG. und C. Lorenz AG. verlegt. Durch diese Umorganisation sind einerseits die erhofften Ersparnisse erzielt worden, anderseits aber hat sie große Abschreibungen auf Anlagen und Vorräte zur Folge gehabt. Die Gesellschaft ist u. a. beteiligt an der Société Industrie Telefoniche Italiana (SITI), Mailand. Die Firma gehört zum Konzern der amerikanischen Standard Elektrizitäts-Gesellschaft AG., in deren Besitz sich fast ihr gesamtes Aktienkapital befindet.

wt.

Aus der Geschäftswelt. — In das Handelsregister wurden eingetragen: Heilapparate Original Dr. Förster Vertriebsgesellschaft m. b. H., Essen (20 000 RM): Vertrieb des elektrotherapeutischen Heilapparates „Original Dr. Förster"; Glühlampenfabrik Zimmer & Zschocke G. m. b. H., Radebeul (40 000 RM): Herstellung und Vertrieb von elektrischen Glühbirnen aller Art; „Sürag" Radio-Gesellschaft m. b. H., Nürnberg (23 000 RM): Herstellung und Handel von und mit Radiogeräten und elektrotechnischen Artikeln aller Art; Radio-Phono-Elektro-Großhandels-G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Großhandel mit sämtlichen Waren der Radio-Elektro- und Phono-Branche. —

Abschluß des Heftes: 27. Oktober 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Neues abhängiges Ueberstromzeitrelais.

Mitteilung der AEG.

Das hier beschriebene abhängige Überstromzeitrelais (Abb. 1) ersetzt zwei ältere Bauarten. Es ist konstruktiv so durchgebildet, daß es den heutigen Anforderungen an derartige Schutzrelais weitestgehend entspricht. Die wichtigsten Eigenschaften des neuen Relais sind:

Einfacher und robuster Aufbau
geringe Leistungsaufnahme (5 VA bei 5 A)
ausreichende Staffelzeiten auch noch bei den größten Strömen
kein Nachlaufen
einfache Einstellungen bei direkter Ablesung der Strom- und Zeitwerte
hohe Kurzschlußfestigkeit
große Schaltleistung
Gleich- oder Wandlerstromauslösung.

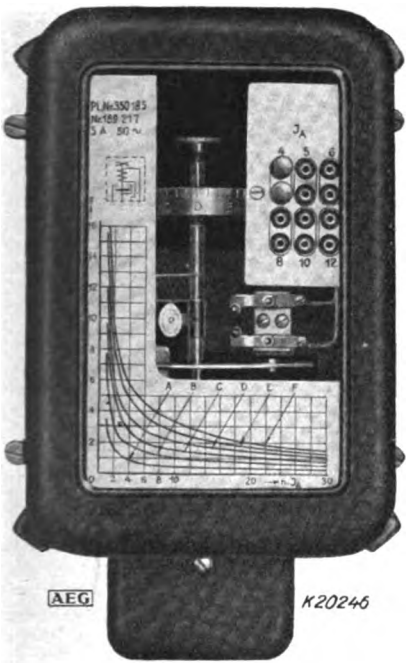


Abb. 1. Einpoliges abhängiges Ueberstromzeitrelais.

Das neue Relais arbeitet nach dem Induktionsprinzip mit einer Aluminiumscheibe als Anker. Auf einem Gußträger ist rückseitig der Triebkern mit der Stromwicklung angebracht. Auf den Polen des Triebkernes befinden sich Kurzschlußringe, durch die ein Teil des Kraftflusses zur Erzeugung des Drehmomentes phasenverschoben wird. Die Geschwindigkeit der Triebscheibe wird durch zwei permanente Magnete geregelt. Als Gegenkraft wirkt ein Gewicht, das die Triebscheibe bei Unterschreiten des Ansprechstromes in die Anfangstellung zurückzieht. Die Anordnung eines Gewichtes als Gegenkraft ergibt gegenüber einer Federgegenkraft längs des gesamten Kontaktweges ein gleichbleibendes Gegendrehmoment; die Triebscheibe läuft infolgedessen beim Erreichen des Ansprechstromes bis zur Kontaktgebung sicher durch, ohne daß ein Stehenbleiben vor dem Kontaktschluß eintreten kann. Die Wicklung des Triebsystems ist mit Anzapfungen versehen, deren Enden zu einem Stöpselumschalter (Abb. 1, rechts oben) geführt sind. Mittels zweier Stöpsel können die Ansprechwerte 4, 5, 6, 8, 10 und 12 A eingestellt werden. Die Umschaltung kann unter Last erfolgen, ohne daß dabei die Sekundärwicklung des Stromwandlers geöffnet wird. Beim Übergang von einer Anzapfung zu einer anderen ist nur darauf zu achten, daß die beiden Stöpsel nacheinander umgesetzt werden. Die Wicklung ist so bemessen, daß bei dauernder Belastung mit dem größten einstellbaren Ansprechstrom von 12 A keine unzulässige Erwärmung eintritt. Die Einstellung der Ablaufzeiten erfolgt durch Aenderung der Länge des Kontaktweges. Die Kennlinien des Relais sind auf der in Abb. 1 vorn sichtbaren Skala aufgetragen. Infolge der Verwendung von Nickeleisen im Triebsystem sind Kennlinien erzielt worden, die auch bei sehr hohem Ueberstrom noch eine vom Strom abhängige Laufzeit ergeben.

Der Auslösekontakt ist als Arbeitskontakt ausgebildet. Beim Kontaktschluß werden durch einen an der Achse befestigten Kontaktteller zwei fest angeordnete Kontaktstifte überbrückt. Um bereits bei dem geringsten Ansprechstrom einen guten Kontaktdruck zu erreichen, ist am Rande der Triebscheibe ein kleines Eisenplättchen angeordnet worden, das unmittelbar vor dem Kontaktschluß von den Polschuhen des Triebsystems kräftig angezogen wird. Hierdurch wird ein zusätzliches Drehmoment erzeugt, das den Kontaktdruck bedeutend erhöht und Prellungen vermeidet.

Das Relais wird normal mit einem Arbeitskontakt für Gleichstromauslösung geliefert. Bei Wandlerstromauslösung wird im oberen Teil des Gehäuses ein Zwischenrelais (Abb. 2) angeordnet; dieses erhält einen kräftigen Bürsten-Ruhekontakt mit Vorkontakt, der im Normalbetrieb die Schalterauslösespule überbrückt. Das Zwischenrelais hat drei Magnetschenkel, von denen der mittlere und ein äußerer bewickelt sind. Diese Wicklungen liegen in Reihe mit der des Triebsystems. Auf dem äußeren bewickelten Schenkel ist noch eine zweite Wicklung aufgebracht, die im Normalbetrieb offen ist. Nach dem Ablauf des Relais wird sie durch den vom Triebsystem betätigten Tellerkontakt kurzgeschlossen. Während bei offenem Relaiskontakt der Kraftfluß sich über die beiden bewickelten Schenkel schließt, wobei der Anker kräftig angezogen und der Kontaktdruck des Auslösekontaktes erhöht wird, schließt sich beim Kurzschließen der zweiten Wicklung der Kraftfluß über den dritten unbewickelten Schenkel des Zwischenrelais. Der Anker kippt dadurch in die entgegengesetzte Endlage, öffnet den Bürstenkontakt und hebt damit die Überbrückung der Auslösespule am Schalter auf.

An Stelle des Zwischenrelais für Wandlerstromauslösung kann bei Gleichstromauslösung ein Überstrommagnet eingebaut werden, der bei hohem Kurzschlußstrom, z. B. bei 5 fachem Nennstrom, eine unverzögerte Abschaltung bewirkt (Schnellauslösung).

Das neue Relais wird mit plombierbarem, spritzwasserdichtem Blechgehäuse für Schalttafelaufbau ausgeführt. Durch die Glasscheibe können alle wichtigen Teile des Relais, wie Triebscheibe, Kontakt, Gegengewicht usw. beobachtet werden.

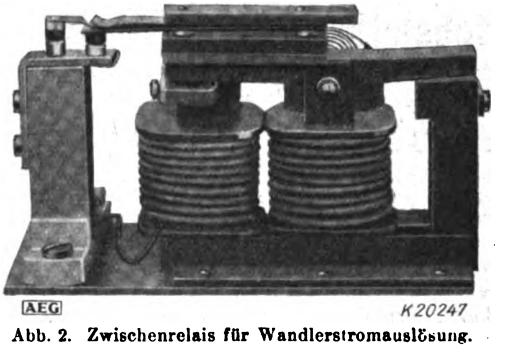


Abb. 2. Zwischenrelais für Wandlerstromauslösung.

Nachstehend folgen die wichtigsten technischen Daten des Relais:

Nennstrom:	5 A Wechselstrom
Frequenz:	40 bis 60 Per/s
Leistungsaufnahme:	5 VA bei 5 A (Gleichstromauslösung) 10 VA bei 5 A (Wandlerstromauslösung)
Schaltleistung:	5 A bei 220 V (Zuschalten bei Gleichstromauslösung) 200 A (Abschalten bei Wandlerstromauslösung)
Halteverhältnis:	etwa 1,1
Stromeinstellung:	4, 5, 6, 8, 10, 12 A
Zeiteinstellung:	2 bis 20 s, bezogen auf den eingestellten Ansprechstrom
Thermische Ueberlastbarkeit:	dauernd mit dem eingestellten Ansprechstrom
Abmessungen:	in mm 286 × 172 × 128
Gewicht:	etwa 5 kg.

Digitized by Google

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Techn. Leiter eines Überlandwerkes

50 Jahre, repräsentable Erscheinung, zielbewußte und sehr energische Persönlichkeit, verhandlungsgewandt, sucht zur besseren Ausnutzung seiner Fähigkeiten

größeren entwicklungsfähigen Wirkungskreis

Reiche praktische und technische Erfahrungen in der Stromversorgung, Bau, Betrieb, Verwaltung und Werkstattbetrieb. Erstklassige Zeugnisse und Referenzen.

Angebote erbeten unter **E. 3729** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Für Konstruktionsbüro mitteldeutschen Industriewerkes (nahe Berlin) wird zum sofortig. Eintritt

Elektrotechniker

mit abgeschlossener Mittelschulbildung und mehrjähriger Praxis in Schwach- u. Starkstromtechnik (Installationen) gesucht. Kenntnisse auf hochfrequenztechnisch. Gebiet erwünscht. Bewerbungen mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschr. u. Lichtbild neueren Datums sind zu richten unter **E. 3723** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

In Konstruktion und Fabrikation vielseitig erf. Ing., 49 J. alt, 8 Jahre u. a.

Betriebsleiter

Pintsch, Werk Berlin, sucht Stellung. Angeb. erb. unt. **E. 3724** an die A.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

An unserem Elektrizitätswerk mit Überlandversorgung ist der Posten eines [3721]

Ingenieurs

der neben guten theoretischen Kenntnissen durch Besuch einer höheren techn. Lehranstalt über **langjährige** Tätigkeit in mittleren Elektr.-Werken, tunlichst mit Wasserkraft, und bes. Erfahrungen im neuzeitlichen Ortsnetz- und Freileitungsbau verfügt, neu zu besetzen. Nur Herren, die diese Bedingungen erfüllen können, wollen Bewerbungsschreib. m. beglaubigten, lückenlosen Zeugnisabschriften, Lichtbild, Gehaltsansprüchen, polizeilich. Führungszeugnis und Antrittstermin einreich. Vorstell. nur nach Aufforderung erwünscht.

Der Stadtrat zu Mittweida i. Sa.

Zur Leitung u. Überwachung der Maschinenbetriebe, des Ausbaues des Kabel- und Dampfrohrnetzes wird für das Städt. Elektrizitätswerk mit Ferndampfwerk ein

Oberingenieur

mit abgeschlossener Hochschulbildung sofort gesucht.

Gefordert wird gute Erfahrung in Wärmekraftanlagen, auf dem ganzen Starkstromgebiet, vielleicht auch im Schwachstrom (Rundfunk). Nachweisung durch mehrjährige Praxis in leitender Stellung wird ausdrücklich verlangt.

Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften u. Auskunftsanschriften sind sofort, spätestens bis zum 6. November 1933 einzureichen. Die Anstellung erfolgt zunächst auf Privatdienstvertrag. Der Gehaltsanspruch und der früheste Antritt der Stelle sind anzugeben. Persönliche Vorstellung nur auf Anforderung. [3712]

Forst (Lausitz), den 18. Oktober 1933.

Magistrat.

Spezialfabrik automat. Schaltapparate sucht

INGENIEUR

mit Erfahrung in Projektierung von autom. und ferngest. Anl. bes. gekapselten Verteilungsanlagen. Gute theor. Kenntnisse und gewandter Briefstil Bedingung,

ferner jüngeren

Prüffeld-Ingenieur

mit rascher Auffassungsgabe und besten Zeugnissen. Angebote unter **E. 3726** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbet.

Für das **städtische Elektrizitätswerk** mit **Überlandanlage** und **Straßenbahn** wird ein

Diplom-Ingenieur

des elektrischen Fachs gesucht. Bewerber mit Kenntnissen auch im Gas- und Wasserfach werden bevorzugt. Die Vergütung erfolgt etwa nach Gruppe 2 d der Hessischen staatlichen Besoldungsordnung. Ob frühere Dienstjahre angerechnet werden können, bleibt besonderer Vereinbarung vorbehalten. Bewerbungen mit Lichtbild, Lebenslauf und Zeugnisabschriften sind bis zum 10. November 1933 an die **Bürgermeisterei Gießen, Stadthaus Bergstraße 20,** einzureichen. [3722]

Gießen, den 21. Oktober 1933.

Der Dezernent für die städtischen Betriebe:

Dr.-Ing. Hamm
Bürgermeister.

Kabelwerk

sucht für Leitung des Stark- und Schwachstrom-Laboratoriums

Physiker

mit abgeschl. Universitäts- oder Hochschulstudium und mehrjähriger wissenschaftl. und Betriebs-Praxis auf dem Gebiete der Fernkabel und Höchstspannungskabel sowie des Patentwesens.

Prüffeld-Ingenieur

der auch mit der neuzeitlichen Entwicklung des Fernsprechwesens vertraut ist. Offerten unter **E. 3700** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Fortsetzung auf Seite 15.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 9. November 1933** **Heft 45**

Hitlers Kampf ist der Kampf um den wirklichen Frieden der Welt.

Die Behörden-Sonderausstellungen auf der 10. Deutschen Jubiläums-Funkausstellung.

Von **Georg Kette**, Berlin.

Die 10. Große Deutsche Funkausstellung, die in der Zeit vom 18. bis 29. August in Berlin in den Ausstellungshallen rund um den Funkturm stattfand, war nicht nur eine Jubiläumsausstellung, sondern auch die erste nationalsozialistische Funkausstellung im neuen Deutschland. In dem Bestreben, sie über den früher üblichen Rahmen einer Messe hinauszuheben und ein umfassendes Bild von der Gesamtentwicklung des deutschen Funkwesens zu geben, hatte die Regierung alle mit dem Rundfunk in Verbindung stehenden Kreise und insbesondere die zuständigen Reichsbehörden zur Beteiligung aufgerufen.

An dieser Ausstellung, die unter dem Protektorat des Reichsministers für Volksaufklärung und Propaganda Dr. Goebbels stand, waren die Deutsche Reichspost, das Reichsinnenministerium, das Luftfahrtministerium, Reichswehr und Reichsmarine, das Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung, die Reichs-Rundfunk-Gesellschaft und viele andere Stellen beteiligt. So war denn auch der Jubiläumsausstellung ein großer und überragender Erfolg beschieden. Im Rahmen dieses Berichts kann wegen der Fülle des Stoffes das Wesentlichste nur kurz erwähnt werden.

In der Empfangshalle der Funkausstellung, der Ehrenhalle des Rundfunks, wurde der Blick des Besuchers von der riesengroßen plastischen Gruppe „Einheit des Staates“ gebannt. Das Denkmal stellt die Einigung Deutschlands durch den Nationalsozialismus symbolisch dar; den Arbeiter der Faust und den Arbeiter der Stirn eint die Gestalt des SA-Mannes, der zwischen beiden einen halben Schritt voraus steht.

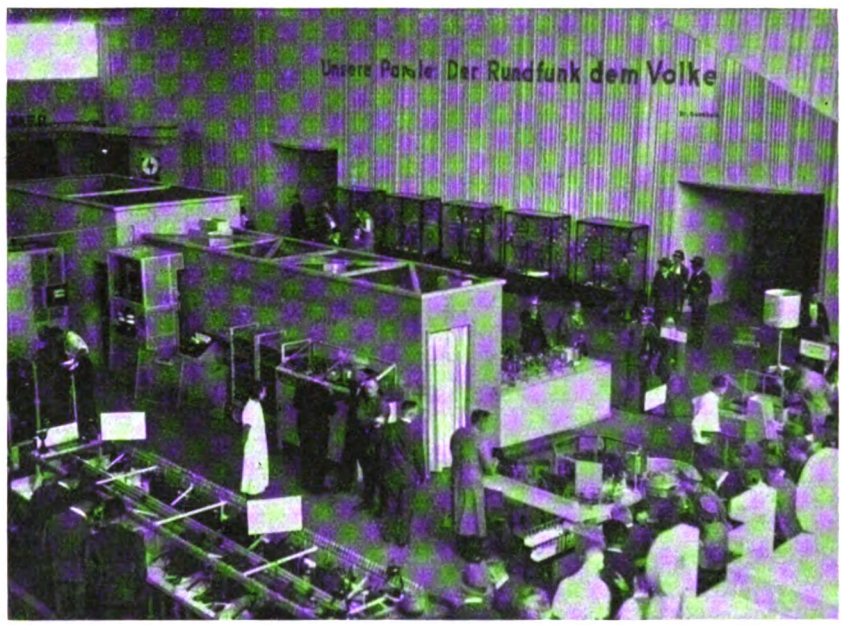


Abb. 1. Herstellung einer Rundfunkröhre. (Im Vordergrund von rechts nach links: Tellerdrehmaschine, Fußquetschmaschine und Aufbauband.)

Ein lebendiges Bild von der geschichtlichen Entwicklung der Funktechnik von ihren ersten Anfängen bis zum heutigen Stande vermittelte die historische Ausstellung der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft, für die das Reichspostmuseum eine größere Zahl von Originalapparaten zur Verfügung gestellt hatte. Besondere Beachtung fanden die ersten primitiven Versuchsgeräte, mit denen Heinrich Hertz im Jahre 1888 die grundlegenden Versuche zum Nachweis der elektrischen Wellen durchführte, ferner die Originalapparate der Sender- und Empfängeranlage, die Prof. Slaby im Jahre 1897 bei seinen erfolgreichen Versuchen auf der Pfaueninsel und an der Heilandskirche in Sakrow benutzte. Es folgten die ersten Sender für gedämpfte Wellen, und zwar die erste nach dem System Slaby-AEG gebaute Funkanlage aus dem Jahre 1900, ferner ein Knallfunkensender nach dem System Braun-Siemens und ein 2 kW-Löschfunkensender einer Kriegschiffstation. Die beiden letztgenannten Sender wurden den Besuchern der Ausstellung im Betrieb vorgeführt. In der Gruppe der Sender für ungedämpfte Wellen, die erst die drahtlose Telephonie und damit den Rundfunk überhaupt möglich gemacht haben, waren ein Poulsen-Lichtbogensender und ein Hochfrequenzmaschinen-Sender der C. Lorenz AG. mit Maschine ausgestellt.

Die folgende Abteilung gab einen Überblick über die Entwicklung der Empfänger für drahtlose Telegraphie vom Fritter-Schreibempfänger (1901) über die ersten brauchbaren Detektorempfänger bis zum Röhrenempfänger einschließlich der verschiedenen Wellenanzeiger für gedämpfte Wellen wie: Schlömilch-Zelle (1900), Marconi-Magnet-Detektor (1905) und Kontaktdetektoren. Hier schlossen sich die Verstärker und Wellenmesser an, u. a. der bekannte Slaby-Stab (1900).

Die Entwicklung der Röhrensender für den Rundfunk wurde durch einen vom Telegraphentechnischen Reichsamt im Jahre 1920 gebauten Sender für die ersten Telephonieversuche in Berlin und den ersten Berliner Rundfunksender aus dem Jahre 1923, der sich im Voxhaus

Digitized by Google

am Potsdamer Platz befand, im Original und durch drei weitere Rundfunksender-Modelle dargestellt, deren letztes den neuen im Bau befindlichen Großrundfunksender Berlin-Tegel zeigte, der im Auftrage der Deutschen Reichspost von Telefunken gebaut wird. Mikrophone, Lautsprecher und eine Auswahl von Rundfunkempfängern gaben ein anschauliches Bild von der Entwicklung dieser Geräte. Den Schlußstein dieser Sonderschau bildete der neue Volksempfänger „VE 301".

Der Deutschlandsender als der über alle Gebiete Europas reichende deutsche Reichssender zeigte die Wirkung jener Sendungen, bei denen das gesendete Wort sich unmittelbar in die Tat umsetzt. So führte er zunächst in die Bastelstunde der Kinder; in einer Bastel- und Kinderstube wurde eine Reihe der durch die Rundfunksendungen angeregten und von Kindern in allen Gegenden Deutschlands gebastelten Arbeiten gezeigt. In der technischen Funkbaustunde der Jugend sind Faltboote gebaut worden. Neben der Bastelstube war eine Reporterschule eingerichtet. Hier ließ der Deutschlandsender alle diejenigen vor dem Mikrophon prüfen, die sich zum Rundfunk-Berichterstatter geeignet fühlten.

Die Bedeutung des Rundfunks für die Auslandsdeutschen kam in der Schau des deutschen Kurzwellensenders zum Ausdruck. An einer großen Erdkarte wurde sinnfällig dargestellt, wie der deutsche Rundfunk mit Hilfe des Kurzwellensenders die Erde umspannt und dadurch die Deutschen im Ausland mit der Heimat verbindet. 30 Millionen Auslandsdeutsche befinden sich im Bereich des deutschen Kurzwellensenders! Auf zwei großen Schaubildern in Form von Wandkarten mit Leuchtkanälen wurden der Übersee- und der europäische Programmaustausch sowohl für die bestehenden als auch für die kommenden Verbindungen dargestellt. Verschiedene Photomontagen gaben Auskunft über die Zahl der deutschen Auslandszeitungen, Missionsanstalten, Auslandschulen und der deutschen Vereine im Ausland.

Über die Arbeit des Drahtlosen Dienstes berichteten Schaubilder. Mit einem Blattschreiber, wie er bei den Sendegesellschaften betrieben wird, wurden fortlaufend die neuesten Nachrichten aufgenommen.

Der Reichsverband Deutscher Rundfunkteilnehmer e. V., der die nationalsozialistische Rundfunkhörer-Organisation darstellt, hatte eine Hörerberatungstelle eingerichtet. Der Deutsche Amateur-Sende- und Empfangsdienst (DASD) zeigte von den Mitgliedern gebaute und betriebene Kurzwellen-Sende- und -Empfangseinrichtungen, und der Deutsche Funktechnische Verband (DFTV) hatte in einer Bastelstube in Gemeinschaftsarbeit gebastelte Geräte ausgestellt.

Das Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung (HHI) zeigte auch in diesem Jahre wieder die Fortschritte der elektrischen Musik durch musikalische Darbietungen auf den verschiedenen Instrumenten im Einzel- wie auch im Zusammenspiel. Es wurden das Hellertion, System Helberger-Dr. Lertes, das Trautonium, das jetzt von Telefunken gebaut wird, ferner eine elektrische Geige und ein Cello sowie „Musik aus der Luft" mit dem Ätherwelleninstrument (Theremin) vorgeführt. Besondere Beachtung fand das neue „Förster-Elektrochord" nach Patenten von Vierling.

Ferner hatte das HHI neben anderen Geräten einen kristallgesteuerten Ultrakurzwellen-Sender für eine Wellenlänge von 2,4 m und einen Mikrowellensender mit Richtstrahler ($\lambda = 52 \cdots 70$ cm) sowie Empfänger für Ultrakurz- und Dezimeterwellen ausgestellt.

Die Deutsche Reichspost zeigte in einem Diorama die technischen Mittel, die notwendig sind, um eine Reichssendung durchzuführen, d. h. eine Übertragung einer Rundfunksendung auf alle übrigen deutschen und die angeschlossenen ausländischen Sender. Das Rundfunkleitungsnetz, das eine Länge von insgesamt 6000 km hat, war schematisch auf einer Karte von Deutschland durch Leuchtkanäle dargestellt. Die Übertragung nach Amerika wurde auf einer Leuchtkarte von Nord- und Südamerika, die an der Wand aufgehängt war, veranschaulicht. Zwei Bilder mit symbolischen Darstellungen versinnbildlichten die Vorgänge im Rundfunk-Leitungsnetz und die Modulation eines Groß-Rundfunksenders durch die Ströme des Fernkabels.

Auf einem anderen Stand der Deutschen Reichspost wurde durch die Osram-Fabrik A die Herstellung der Rundfunkröhre Telefunken RENS 1823d, einer neuen Schirmgitter-Fangnetzröhre, mit den technisch vollkommensten Maschinen in vollem Betrieb erstmalig vorgeführt. Die Tellerdrehmaschine und die Fußquetschmaschine formten das Glas (Abb. 1); am Aufbauband wurden von geschickten Mädchenhänden nacheinander in sorgfältiger Teilarbeit die Innenteile der Röhre auf den Quetschfuß aufgesetzt und durch Schweißen mit den Stromzuführungs- und Haltedrähten verbunden. In der Einschmelz-Pumpeinheit wurde der Glasfuß mit dem Aufbau in einen Glaskolben eingeschmolzen und die Röhre unmittelbar anschließend luftleer gepumpt. Nach dem Sockeln erfolgte das sogenannte Fertigbrennen, wobei die Röhren auf höchste Leistung gebracht werden. Ein Vielfachprüftisch besorgte vollkommen selbsttätig die Prüfung und gleichzeitig die Trennung von brauchbaren und fehlerhaften Röhren.

In einer Röhrensammlung, in der von der Deutschen Reichspost ein Überblick über die in ihren Betrieben benutzten Verstärker- und Senderöhren sowie die Röhrenstromquellen (Gleichrichter) gegeben wurde, befand sich auch die neueste wassergekühlte Senderöhre, die Großleistungsröhre RS 300. Sie vermag 300 kW Hochfrequenzleistung abzugeben, besitzt einen Elektronensättigungstrom von 200 A und stellt damit zur Zeit die größte im Betriebe befindliche, ohne Pumpe arbeitende Senderöhre der Welt dar. Sie wurde im Deutschlandsender erprobt und wird in allen neueren Sendern benutzt werden.

Abb. 2. Störschutzausstellung der Deutschen Reichspost.

Neben anderen Gleichrichtern war der gittergesteuerte Quecksilberdampf-Gleichrichter von Siemens-Schuckert, der in Kürze als Stromquelle für die Endstufen des neuen Berliner Groß-Rundfunksenders in Berlin-Tegel arbeiten wird, ausgestellt. Er ist für eine Abgabe von 45 A Gleichstrom und 13 000 V Gleichspannung gebaut.

Die Wirkungsweise der Gittersteuerung wurde an zwei Versuchsanordnungen, die vom AEG-Forschungsinstitut zur Verfügung gestellt waren, vorgeführt.

Ferner war das Modell eines Elektronenmikroskopes[1] ausgestellt, das heute das modernste Hilfsmittel zur Untersuchung von Glühkathoden darstellt.

In der Abteilung Luftfahrt wurde das Flugfunkwesen dargestellt. Die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt zeigte die historische Entwicklung des Flugzeugfunkgeräts vom Jahre 1914 an. Daneben sah man neuzeitliche Flugzeugfunkgeräte sowie Funkpeileinrichtungen. Hier war der Betriebsplatz einer Bodenpeilstelle mit allen technischen Einrichtungen ausgestellt und der Peilvorgang an Hand einer Karte erläutert. Das

[1] Vgl. Z. techn. Physik Bd. 13, S. 898 (1932).

Digitized by Google

Modell einer Ansteuerungs-Funkbake, die im Flughafen Berlin-Tempelhof zur Durchführung von Schlechtwetterlandungen dient und mit Ultrakurzwellen ($\lambda = 8{,}5$ bis 9,5 m) arbeitet, ferner eine vollständige Flugzeug-Bordpeilanlage zeigten die Fortschritte, die in den letzten Jahren auf dem Gebiet der Funkpeilung erzielt werden konnten. Das neueste Gerät für die Flugzeug-Eigenpeilung ist die Zielflug-Peilanlage.

Das Reichswehrministerium hatte sich ebenfalls an der Funkausstellung beteiligt. In der Abteilung des Reichsheeres, in der die Entwicklung des Heeresfunkwesens unter besonderer Berücksichtigung des Kriegsfunkgerätes dargestellt wurde, waren mehrere fahrbare Funkenstationen aus der Zeit des Weltkrieges und der Nachkriegszeit, ferner Empfangsgeräte, Wellenmesser und tragbare Kurzwellenstationen ausgestellt. In einem Unterstand war eine Nachrichtenstelle beim Kampftruppenkommandeur eingebaut, in der alle Nachrichtenmittel vereinigt waren, die im Stellungskampf bei einem Befehlstand in der Front eingesetzt werden konnten.

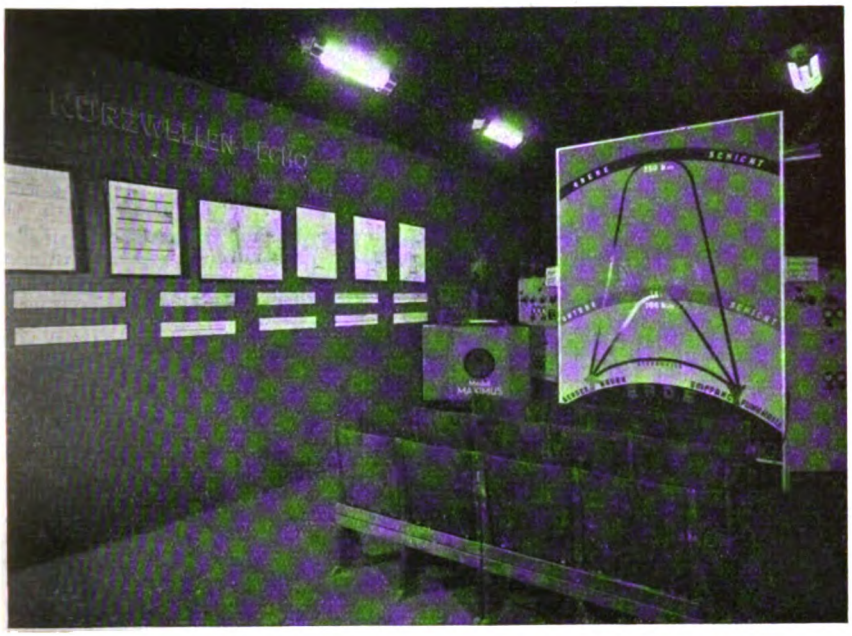


Abb. 3. Darstellung von Kurzwellenechos aus der Ionosphäre (Deutsche Reichspost).

Die Reichsmarine zeigte in ihrer Abteilung ein großes Modell der Skagerrakschlacht; es veranschaulichte die Flottenaufstellung in dem entscheidenden Augenblick, in dem Admiral Scheer, mit Hilfe der Funkentelegraphie die 100 Schiffe zählende deutsche Flotte fest in der Hand haltend, die berühmte Kehrtwendung durchführte. Skagerrak bedeutete die höchste Leistungsprobe des Marinefunkverkehrs. Die ausgestellte Funkstelle für taktische Führung, eine sog. Z-Station mit 0,3 kW-Löschfunkensender und Detektorempfänger, zeigte die Bauart der Funkstation, mit der in der Skagerrakschlacht die Befehle an die deutsche Flotte gegeben wurden. Verschiedene Schiffsmodelle gaben ein anschauliches Bild von der Bauart der deutschen Kriegschiffe und U-Boote, ihrer Bewaffnung und Funkeinrichtung. Der Funkverkehr im U-Boots-Krieg, der eine besonders wichtige Rolle spielte, war an Hand einer Karte und in mehreren prächtigen Bildern dargestellt. Den Mittelpunkt der Ausstellung bildete die Nachbildung eines Unterseeboot-Kommandoturmes mit Funkstelle in natürlicher Größe.

Die Störschutzausstellung der Deutschen Reichspost (Abb. 2) stand unter dem Motto: „Rundfunkstörungsdienst der DRP". In einem abgeschirmten Vorführungsraum (Faradayschen Käfig) wurden elektrische Gebrauchsgeräte und Maschinen mit und ohne Störschutzmittel und ihre Einwirkung auf Rundfunkdarbietungen praktisch vorgeführt. Eine Auswahl elektrischer Haushalts- und gewerblicher Geräte mit eingebautem Störschutz, Bildtafeln mit Schaltungen und Angaben für den Einbau von Entstörungsmitteln und eine Zusammenstellung von Entstörungsmitteln (Kondensatoren, Hochfrequenz-Drosselspulen und Hochfrequenzfilter) waren besonders ausgestellt. Ferner wurde die richtige Führung und Verlegung von Innen-, Zimmer-, Außenantennen und Erdanschlüssen an mehreren Beispielen gezeigt. In einer Auskunftstelle des Rundfunk-Störungsdienstes der DRP wurden den Besuchern durch Fachleute Auskünfte und Ratschläge in allen einschlägigen Fragen erteilt.

Zum Nachweis der leitenden Schichten in der oberen Atmosphäre und um gleichzeitig die Wirkung der Ionosphäre auf den drahtlosen Empfang zu zeigen, wurden von der Deutschen Reichspost in einer Sonderschau Kurzwellenechos mit Hilfe eines Siemens-Oszillographen mit Projektionseinrichtung auf einem durchsichtigen Schirm praktisch vorgeführt (Abb. 3). Für diesen Zweck sandte ein Kurzwellensender in der Funkversuchstelle Döberitz des Reichspostzentralamtes bzw. in der Großfunkstelle Nauen kurze Impulse von $^1/_{10\,000}$ s Zeitdauer auf Wellen von 56,7 m bzw. 30 m aus, die in der Funkausstellung mit einem neuzeitlichen Kurzwellenempfänger aufgenommen wurden. Auf dem Projektionsschirm wurden mehrere Signale aufgezeichnet, von denen das erste als Bodenwelle, das zweite und die folgenden jedoch als Echozeichen über die obere Atmosphäre zu uns gelangten. Interessantes Material über Versuchsergebnisse war in einer Reihe von Schaubildern und oszillographischen Aufnahmen zusammengestellt. Diese zeigten u. a. selbsttätig aufgenommene Dauerregistrierungen von Echos aus der Ionosphäre und photographische Aufnahmen von Kurzwellenechos, die mehrfach um die Erde gelaufen sind. Die leitenden Schichten der oberen Atmosphäre sind aber auch in ihrer Wirkung die Ursache der unangenehmen Schwunderscheinungen (Fadings) beim Fernempfang, wobei der Schwund meist durch Interferenzwirkung entsteht.

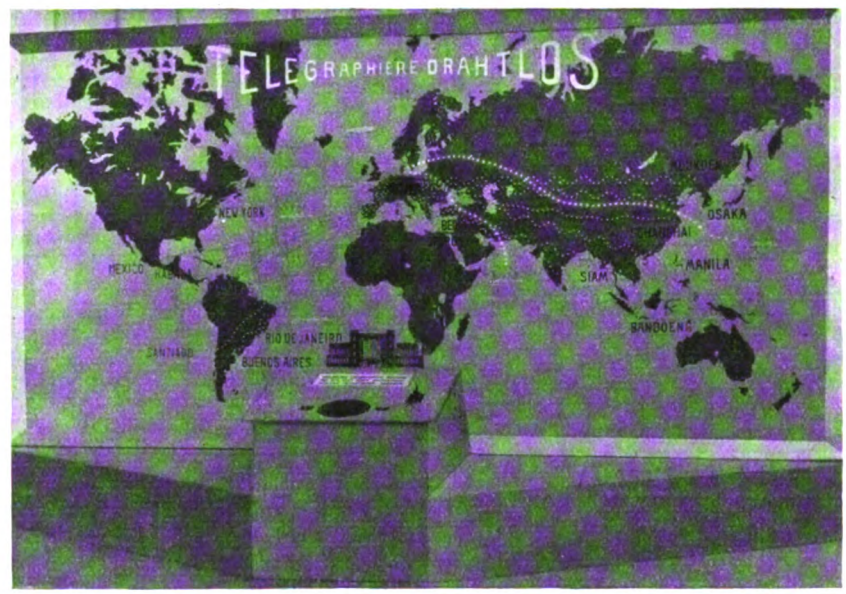


Abb. 4. Weltkarte der drahtlosen Telegraphieverbindungen Deutschlands.

Digitized by Google

In dem Ausstellungsraum für Fernsprechen mit Übersee und mit Schiffen in See zeigte die Deutsche Reichspost an Hand von Bildmaterial und Geräten die technischen Einrichtungen für diese Dienste. Auf drei großen Weltkarten waren die Verkehrslinien für den drahtlosen Telegrammverkehr (Abb. 4), den Überseesprechverkehr und den drahtlosen Verkehr mit Schiffen in See dargestellt. Ferner vermittelten zwei Wandkarten ein Bild von den Funkverbindungen, die vor dem Kriege in den deutschen Kolonien in Afrika und in der Südsee bestanden haben. Das Bemerkenswerteste auf dieser Schau waren jedoch die Vorführungen von Funkgesprächen mit Übersee und mit Schiffen in See, bei denen den Besuchern Gelegenheit gegeben wurde, an einer größeren Zahl von normalen Fernsprechapparaten die von der Ausstellung geführten Gespräche mitzuhören und sogar selbst mit den Auslandstationen bzw. dort angeschlossenen Teilnehmern zu sprechen. U. a. wurden Gesprächsverbindungen mit den Überseestationen Bangkok, Buenos Aires, Maracay und mit den Dampfern „Albert Ballin", „Bremen", „Cap Arcona", „Europa" und vielen anderen hergestellt, bei denen durchweg eine ausgezeichnete Verständigung erzielt wurde.

Abschließend sei noch die Sonderausstellung „Fernsehen" der Deutschen Reichspost erwähnt, über die besonders berichtet werden soll.

Das Wasserkraftwerk Ottmachau.

Von W. van Heys, Berlin.

Übersicht. Im Grundablaßbauwerk des Staubeckens in Ottmachau ist ein Wasserkraftwerk mit einer Höchstleistung von 4800 kW eingebaut. Bei einem Beckeninhalt von $145 \cdot 10^6$ m³, einem Jahresabfluß im Mittel von $720 \cdot 10^6$ m³ und einer mittleren Fallhöhe des Wassers von 10 ··· 11 m ist mit einer Jahresarbeit von etwa $16 \cdot 10^6$ kWh zu rechnen Der erzeugte Strom geht in das Netz des Überlandwerks Oberschlesien.

Das zur Anreicherung der Oder in Wassermangelzeiten erbaute Staubecken zu Ottmachau bedeckt bei voller Füllung eine Fläche von rd. 24 km². Die in ihm aufgestaute Wassermenge beträgt alsdann $143{,}5 \cdot 10^6$ m³. Wie sich die Wassermengen zu den Stauhöhen verhalten, zeigt die in Abb. 1 dargestellte Linie. Die Dammkrone liegt auf + 218 m N. N., der Höchststau auf + 215 N. N., der Normalstau bei + 213 rd. 12 m über dem Gelände. Der zwischen diesen beiden Höhen liegende Hochwasserschutzraum hat ein Fassungsvermögen von über $43 \cdot 10^6$ m³. Für die Anreicherung der Oder ist in trockenen Jahreszeiten eine Absenkung des Staues auf + 204,94 m N. N. vorgesehen, wobei bei einer niedrigsten Fallhöhe von rd. 7 m für das Kraftwerk noch ein eiserner Bestand von $4{,}8 \cdot 10^6$ m³ im Becken verbleibt. Die Flußsohle unterhalb des Beckens liegt bei + 197,04 m N. N. und das normale Unterwasser bei + 198,2 m N. N. Hiernach schwankt der Unterschied zwischen höchstem und niedrigstem Stau einerseits und dem unteren Wasserstande unterhalb des Staubeckens anderseits zwischen 7 und 15 m. Bei Innehalten des normalen Staues auf + 213 N. N. kann mit einer Fallhöhe des Wassers für die Kraftausnutzung von 14,5 m gerechnet werden. Diese Fallhöhe ist nicht ständig vorhanden, auch wenn es in einzelnen Jahren aus wasserwirtschaftlichen Gründen nicht notwendig ist, den Stau abzusenken.

Die Abflußmenge der Neiße beträgt im Jahresmittel von 25 aufeinanderfolgenden Jahren (1901 bis 1925) $719{,}7 \cdot 10^6$ m³, die geringste Abflußmenge betrug im Jahre 1921: $324 \cdot 10^6$ m³, 1922: $384 \cdot 10^6$ m³, die größte hat bisher $1315 \cdot 10^6$ m³ (1915) betragen. Die mittlere Wasserführung beträgt also 22,8 m³/s. Aus diesen Feststellungen lassen sich nach der von Schönberg und Glunk aufgestellten Formel für die Jahresarbeit

$$A = 0{,}0025\, Q\, H,$$

worin Q die Jahresabflußmenge in m³ und H die mittlere Fallhöhe im Verlaufe eines Jahres bedeutet, nach Abzug von 10 % Verdunstungsverlusten, die im Mittel gewinnbaren Jahresarbeiten wie folgt ermitteln:

Zahlentafel 1.

Abflußmenge 10^6 m³/Jahr	Arbeit in 10^6 kWh bei Fallhöhen von im Mittel:				
	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m
324	6,56	7,3	8,0	8,75	9,45
400	8,10	9,0	9,9	10,8	11,65
500	10,10	11,2	12,4	13,5	14,53
600	12,10	13,5	14,7	16,2	17,5
700	14,30	15,7	17,3	18,9	20,4
800	16,20	18,0	19,7	21,6	23,3
900	18,20	20,1	21,3	24,3	26,2
1000	20,20	22,5	24,8	27,0	29,2
1100	22,20	24,7	27,2	29,7	32,1
1200	24,30	27,0	29,7	32,4	35,0
1300	26,30	29,6	32,2	35	37,9

Diese Zahlen gelten unter der Voraussetzung, daß die gesamte Abflußmenge durch die Turbinen geht. Für die wirkliche Auswertung kommen etwa die zwischen den starken Linien liegenden Zahlen der Zahlentafel 1 in Frage.

Es lag nahe, für die Ausnutzung der Wasserkraft ein Tagesspitzenkraftwerk vorzusehen in der Weise, daß die täglich abzulassende Abflußmenge innerhalb 4 ··· 5 h abgemahlen und in einem Ausgleichweiher gesammelt wurde, von dem das Wasser in gleichen stündlichen Mengen durch eine weitere Turbinenanlage der Neiße unterhalb Ottmachau zugeführt wird. Von diesem Plane mußte Abstand genommen werden. Es gelangten statt der zuerst vorgesehenen zwei Turbogeneratoren von zusammen 9300 kW Höchstleistung solche für eine Schluckfähigkeit von 35 m³ für die Erzeugung von Laufstrom zur Ausführung. Die Höchstleistung dieser beiden Maschinensätze beträgt bei 15 m Fallhöhe 4800 kW. Die Schluckfähigkeit der beiden Turbinen von 35 m³ wurde gewählt, weil bei Anreicherung der Oder in Wassermangelzeiten diese Wassermenge je Sekunde abgelassen werden soll. Zeichnet man sich die mittlere Wassermengen-Dauerlinie der Neiße auf (Abb. 2) für eine Abflußmenge von $720 \cdot 10^6$ m³, so

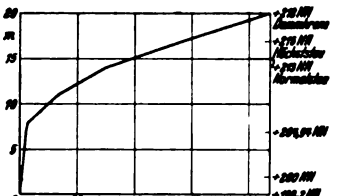


Abb. 1. Füllungslinie des Staubeckens Ottmachau.

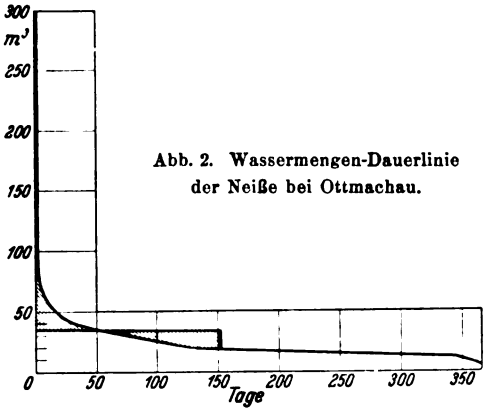


Abb. 2. Wassermengen-Dauerlinie der Neiße bei Ottmachau.

findet man, daß die Wasserführung von 35 m³/s im Mittel nur an 52 Tagen vorhanden ist. Bei einem Laufkraftwerk in einem Wasserlauf würde man die Leistung der Turbinen auf das 90 ··· 100tägige Wasser, hier also auf 25 m³/s, abgestellt haben. Bei einer Talsperre oder einem Staubecken werden die hohen Wasserführungen zum Aufspeichern benutzt, damit sie zu anderen Zeiten abgelassen werden können. Verteilt man die über 35 m³ hinausgehende Wasserführung auf die nächsten geringeren Abflußmengen, so erkennt man aus Abb. 2, daß aus dem Staubecken an 152 Tagen der Abfluß von 35 m³/s zur Verfügung steht. Zu den übrigen Zeiten stehen 18 ··· 12 m³/s zur Verfügung. Die im Staubecken angesammelten

Digitized by Google

Wassermengen können selbstverständlich auch zur Verstärkung der geringeren Wasserführungen verwendet werden. So könnten z. B. an 250 Tagen je 25 m³/s abgemahlen werden, so daß für die übrige Zeit etwa 14,3 m³/s übrig bleiben usw.

Die einfachste Lösung für den Bau des Kraftwerkes wäre wohl gewesen, das Kraftwerk unterhalb des Dammes aufzustellen und den Turbinen das Wasser durch eine Rohrleitung zuzuführen, die durch den Damm ging. Aus wasserbautechnischen Gründen wurden hiergegen Bedenken erhoben, so daß man sich entschloß, die Turbinen an der Beckenseite im Grundablaßbauwerk anzuordnen. Daraus ergab sich für die Maschinenanlage die Schwierigkeit, daß die von der Turbine bis zum Generator auf der Maschinenhaussohle, die in Höhe von + 217,50 N N (A b b. 3) liegt, reichende Maschinenwelle 20 m lang ge-

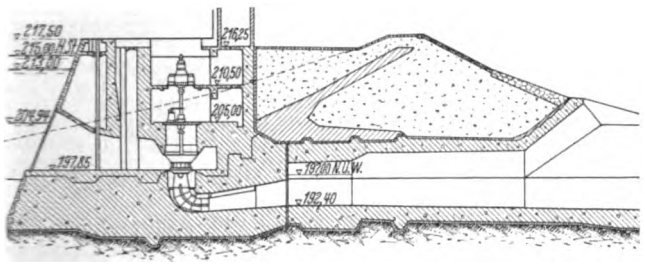


Abb. 3. Querschnitt durch das Kraftwerk Ottmachau.

worden wäre. Im Laufe der Verhandlungen entschied man sich dann dafür, den Generator auf der Sohle + 210,50 aufzustellen und die im Grundablaßbauwerk entstehende Öffnung abzudecken, wodurch ein Maschinenhaus nicht erforderlich ist. Auf diese Weise wurde an Anlagekosten für das Kraftwerk gespart. Zum Schutze der Grundablässe mit ihren Windwerken und der Schützen für die Abschlüsse der Turbinen und Grundablässe mußte eine Halle über dem Bauwerk errichtet werden, so daß die einfache Abdeckung der Maschinenschächte fortfallen konnte.

Die beiden Kaplanturbinen wurden auf der Sohle + 197,85 NN aufgebaut. Die Auslaufschächte, die für die ursprünglich vorgesehenen größeren Turbinen bemessen waren, mußten ausgekleidet werden. In die Schächte wurden zu diesem Zwecke aus Eisenblech hergestellte Ausläufe eingebaut, die mit Ziegelsteinen umbaut wurden. Das ist geschehen, um bei später etwa notwendig werdendem Aus- und Umbau der Turbinen keine Stemmarbeiten im Grundablaßbauwerk vornehmen zu müssen. Auf der zweiten Sohle in Höhe + 205,00 m NN steht der Turbinenregler. In einem Nebenraum ist Platz zum Unterbringen von Material und Reserveteilen für die Maschinenanlage. Die Drehstromgeneratoren von je 2000 kW Leistung bei 6300 V Spannung stehen auf der Sohle + 210,50 m NN. In den ausgesparten Räumen neben der Maschinenkammer sind die Schaltanlage, Akkumulatorenbatterie, Telephon usw. untergebracht. Die Transformatoren zum Umspannen der Generatorenspannung auf 15 kV der Netzspannung des Stromabnehmers stehen außerhalb der Maschinenhalle neben einer kleinen Vorhalle der Haupthalle, die als Aufenthaltsraum, Werkstatt usw. ausgebaut ist. Die in dem Maschinenschacht vorhandene Feuchtigkeit wird durch die warme Luft, die den Generatoren entströmt, unschädlich gemacht. Letztere wird auch zur Beheizung der Maschinen- und Schalträume ausreichen. Sollte das nicht der Fall sein, so kann eine aufgestellte elektrische Heizung Abhilfe schaffen.

Die Kaplanturbinen mit verstellbaren Schaufeln und allem Zubehör, wie Schützen und Rechen, sind von der Firma J. M. Voith in Heidenheim geliefert, die Generatoren von der Siemens-Schuckertwerke AG., die Transformatoren von den Bergmann-Elektricitätswerken und die Schaltanlage von der Emag, Frankfurt.

Der aus dem Kraftwerk anfallende Strom wird an das Überlandwerk Oberschlesien AG. in Neiße abgegeben.

Einfache Schaltung für elektrische Aufzugs-Druckknopfsteuerung.

Von Obering. F. G. Schiffner, Stuttgart.

Übersicht. Es wird die denkbar einfachste Schaltung einer Aufzugs-Druckknopfsteuerung beschrieben, die nur aus den unbedingt notwendigen Schaltelementen aufgebaut ist. Mit weniger Apparaten läßt sich eine Druckknopfsteuerung, die dem vorgeschriebenen Zweck dienen soll, nicht ausführen.

Es besteht kein Zweifel darüber, daß für elektrisch betriebene Aufzüge die einfachste Steuerung die beste ist; je weniger Teile benötigt werden, um so betriebsicherer ist sie. Alles was umständlich und schwierig zu montieren und zu warten ist, hat im Aufzugsbau nur dann Lebensberechtigung, wenn keine andere Lösung möglich ist.

Am heutigen Aufzug sind die empfindlichen Teile nur noch in der Steuerung zu suchen, der mechanische Teil ist so durchgebildet, daß ernste Störungen davon nicht mehr zu erwarten sind; jede Vereinfachung der Steuerung bedeutet also einen Fortschritt.

Wird die Frage gestellt, wie die einfachste Druckknopfsteuerung aussehen muß, so ergibt sich die Antwort zwangsläufig aus den Bedingungen, welche sie zu erfüllen hat.

Sie muß:

1. den Motor anlassen,
2. den Motor für Links- und Rechtslauf schalten,
3. die Bremse lüften,
4. bewirken, daß der Aufzug von jeder nach jeder Haltestelle gesteuert und am Ziel selbsttätig stillgelegt werden kann; dazu dienen Stockschalter und Stockmagnete,
5. die elektrische Verrieglung der Schachttüren durch Türkontakte bewirken,
6. die gesetzlich geforderte Durchfahrtsperre, welche in Wirklichkeit vor allem auch eine Zwangsverrieglung der Türen darstellt, betätigen und durch mindestens einen Überwachungskontakt die vollzogene Betätigung prüfen, wobei die Bedingung gestellt ist, daß der Motor erst dann anlaufen darf, nachdem auch die Überwachung vollzogen ist,
7. bei Aufzügen mit Steuerung gleichzeitig vom Fahrkorb und den Haltestellen aus dafür sorgen, daß jeweils nur vom Fahrkorb oder nur von den Haltestellen aus gesteuert werden kann,
8. bei Überfahren einer der beiden Endhaltestellen dafür sorgen, daß der Aufzug durch Unterbrechen des Hauptstromes stillgelegt wird,
9. alle diejenigen Schutz- und Sicherheitseinrichtungen enthalten, welche Mißbrauch oder falsche Bedienung verhindern und erlauben, in Fällen von Gefahr Hilfe herbeizurufen,
10. bei Schlaffwerden eines oder mehrerer Seile am Fahrkorb (d. h. beim Fangen der Fangvorrichtung) den Aufzug stillsetzen.

In den folgenden Abb. 1 ··· 10 sind die Elemente dargestellt, welche zum Aufbau der Steuerung erforderlich sind, die damit gebildete Steuerung in Abb. 11 ··· 13.

Es ist Drehstrom zugrunde gelegt, der Aufzugsmotor ist sowohl mit Schleifringanker als auch mit Doppelkäfig-Kurzschlußanker vorgesehen.

Die Abbildungen mit Beschreibung tragen die gleichen Nummern wie die vorstehend angeführten 10 Bedingungen.

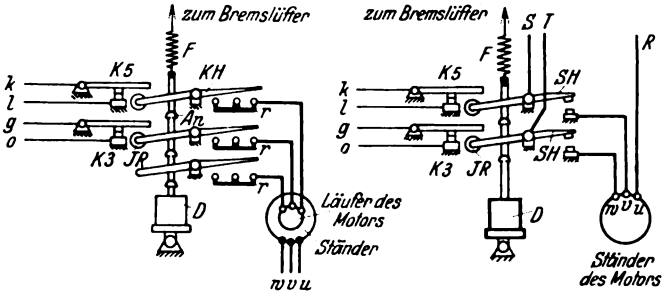
a) Beim Schleifringankermotor

werden die erforderlichen Anlaßwiderstände r durch Kontakthebel KH beim Anfahren kurzgeschlossen, die vom Bremslüfter aus betätigt sind. Eine Feder F und Dämpfungseinrichtung D erlauben nicht nur eine entsprechend langsame Bewegung der Hebel, sondern auch, daß erst die Kontakte K_3 und K_5 (s. bei Abb. 6 u. 9) sicher geöffnet sind, bevor der Läufer des Motors über die Anlaßwiderstände kurzgeschlossen wird; es kann sich also im Läufer kein Stromfluß bilden, d. h. der Motor läuft so lange nicht an, auch wenn der Ständer schon ans Netz angeschlossen wurde.

Da die Dämpfungsvorrichtung D nach beiden Hubrichtungen wirkt, erfolgt das Einschalten des Kontaktes K_3 erst eine gewisse Zeit nach Ausschalten des Bremslüfters, die Steuerung kann daher auch erst nach Ablauf

Digitized by Google

dieser Zeit wieder betätigt werden (s. bei Abb. 9); dies ist auch erforderlich, da gleichzeitig mit dem Bremslüfter der Aufzugsmotor stromlos wird, der Aufzug aber erst nach Beendigung der Bremsung stillsteht, wozu etwa 1 s Zeit erforderlich ist. Würde diese Einrichtung nicht getroffen sein, so könnte in einer der beiden Endhaltestellen durch Drücken eines Druckknopfes die Bremse sofort nach Ausschalten des Motors wieder gelüftet werden, und da der Strom für die andere Fahrtrichtung nicht sofort auf den Motor wirkt (durch vorgeschalteten Anlaßwiderstand und Massenkräfte), überfährt der Aufzug die Endhaltestelle. Außerdem muß den mitfahrenden Personen eine gewisse Zeit (rd. 3 s) gelassen werden, um die Schachttür zu öffnen, denn dann ist der Steuerstrom unterbrochen und die Steuerung damit außer Wirkung.



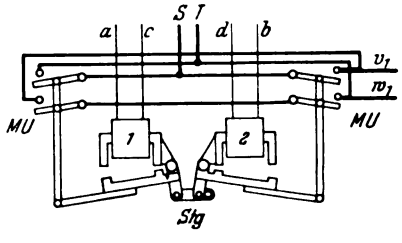
K_3, K_5 Hilfskontakte
F Zugfeder
r Widerstände
An Anschläge
KH Kontakthebel
JR Isolierrollen
D Dämpfungsvorrichtung
SH Hilfständerschalter

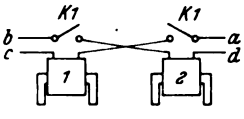
Abb. 1a. Anlasser mit Bremslüfter und Dämpfungsvorrichtung.

Abb. 1b. Bremslüfter mit Dämpfungsvorrichtung und Hilfskontakten.

b) Beim Kurzschlußankermotor

werden die Anlaßwiderstände überflüssig. Hier darf der Motorstrom durch Hilfständerschalter *SH* erst nach Öffnen des Kontaktes K_5 eingeschaltet werden, aus den bereits angeführten Gründen; ebenso wird Kontakt K_3 beim Öffnen und Schließen verzögert betätigt, wie schon erläutert.





Stg Sicherungstange

Abb. 2. Umschaltschütze mit mechanischer Sicherung gegen gleichzeitiges Einschalten beider Motorstromkreise.

1 u. *2* Spulen von *MU*

Abb. 2a. Kreuzschaltung der Spulen mittels Hilfskontakten K_1.

Die Umschaltschütze *MU* schließen den Ständer des Aufzugsmotors und den Bremslüfter an das Netz; bei Verwendung von Kurzschlußankermotoren erhält der Ständer des Aufzugsmotors aber erst dann Strom, wenn der Schalter *SH* (Abb. 1 b) einschaltet, während der Bremslüfter sofort Strom erhält und anläuft.

Der Aufzugsmotor treibt den Fahrkorb und das Gegengewicht an, der Bremslüfter betätigt verschiedene Kontakte (Abb. 1 a, b), ferner das Durchfahrtsperrgestänge (Abb. 5 u. 6) und lüftet die Bremse.

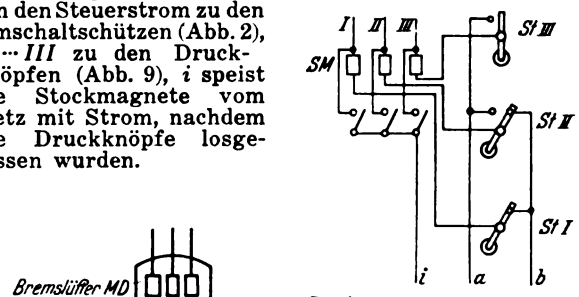
Die Spulen der Schütze sind an Leitungen *a*—*c* und *b*—*d* angeschlossen, eine Sicherungstange *Stg* verhindert, daß beide Schütze gleichzeitig einschalten können (wodurch Kurzschluß entstände). Die vielfach angewendete Schaltung nach Abb. 2 a mittels Kontakten K_1 erzielt die gleiche Wirkung auf elektrischem Wege, die mechanische Kupplung mit Stange *Stg* ermöglicht aber die einfachste Schaltung und ist vollkommen betriebsicher.

Der Bremslüfter *MD* kann als Motor oder Hubmagnet ausgebildet sein, sein Anschluß ist hier dreiphasig vorgesehen, obwohl er auch einphasig betrieben werden kann. Er betätigt die Bremse, verschiedene Kontakte und die Durchfahrtsperre (s. Abb. 1 a, b sowie 6).

Die Stockschalter *St* (Abb. 4) sind unentbehrlich zur Bestimmung der Fahrtrichtung und zum Ausschalten der Steuerung, wenn der Fahrkorb eine Haltestelle erreicht hat.

Die Stockmagnete *SM* halten den durch das Drücken des Druckknopfes gegebenen Befehl fest, auch wenn der Druckknopf losgelassen wurde.

Leitungen *a* und *b* führen den Steuerstrom zu den Umschaltschützen (Abb. 2), *I* ··· *III* zu den Druckknöpfen (Abb. 9), *i* speist die Stockmagnete vom Netz mit Strom, nachdem die Druckknöpfe losgelassen wurden.

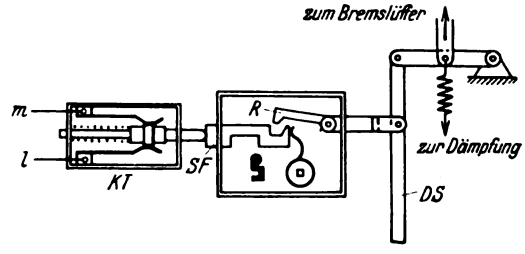


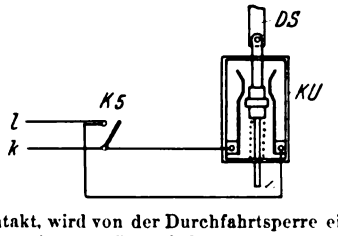
SM Stockmagnete
St Stockschalter, im Schacht angebracht
StK Stockkurve, am Fahrkorb befestigt

Abb. 3.

Abb. 4. Stockschalter und -magnete

Die Betätigung der Schalter *St* erfolgt durch die Stockkurve *StK*, die am Fahrkorb festgemacht ist und die Rollenhebel zwangsweise nach rechts und links bewegt, dadurch einmal den Steuerstrom unterbricht und das andere Mal den Weg des Steuerstromes über eines der beiden Umschaltschütze *MU* vorbereitet.





KT Türkontakte
SF Falle des Türschlosses
R Sicherheitsriegel, betätigt von der Durchfahrtsperre
DS Durchfahrtsperrgestänge
KU Überwachungskontakt, wird von der Durchfahrtsperre eingeschaltet
K_5 Parallelkontakt, betätigt vom Bremslüfter

Abb. 5 und 6. Überwachungskontakte und Durchfahrtsperre.

Die Türkontakte *KT* befinden sich, wie der Name sagt, an den Schachttüren und oft auch an der Fahrkorbtür. Jede Tür braucht nur einen Kontakt, gleichgültig ob sie ein- oder mehrflügelig ist. Die Betätigung der Türkontakte muß nach deutscher Vorschrift durch die eingeschnappte Schloßfalle *SF* oder gleichwertige Teile erfolgen.

Das Durchfahrtsperrgestänge *DS* wird vom Bremslüfter direkt betätigt, es verriegelt die Türen zwangsweise durch Riegel *R* und betätigt gleichzeitig den Überwachungskontakt *KU*, der durch Kontakt K_5 (Abb. 1 a u. b) so lange kurzgeschlossen bleibt, bis das Gestänge angezogen wurde.

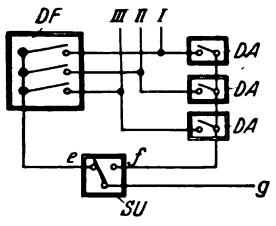
Wird das Gestänge *DS* nicht hochgezogen, so wird, durch das Öffnen des Kontaktes K_5 (das zwangsweise mit dem Einschalten des Bremslüfters erreicht wird) der Steuerstrom unterbrochen und dieser selbst ausgeschaltet, damit auch Antriebsmotor und Bremslüfter; der Aufzug kann also nicht fahren.

Leitungen *k*—*l* und *m*—*l* führen den Kontakten Strom zu.

Bei Personenaufzügen und Lastenaufzügen mit Führerbegleitung, die sowohl vom Fahrkorb als auch von den Haltestellen aus gesteuert werden können, muß nach den deutschen Vorschriften eine Einrichtung vorhanden sein, die das gleichzeitige Steuern des Aufzuges von beiden Stellen aus unmöglich macht. Dies geschieht

Digitized by Google

a) durch Umstellschalter *SU*, der sich im Fahrkorb befindet und von Hand bedient wird, oder
b) durch einen Fußbodenkontakt *KF*, der am Fußboden des Fahrkorbes angebracht ist und bei Betreten des Fahrkorbes betätigt wird.



DA Anholknöpfe in den Stockwerken
DF Druckknöpfe im Fahrkorb
SU Umstellschalter

Abb. 7a. Umstellschalter *SU*.

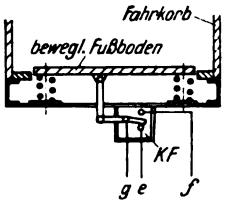
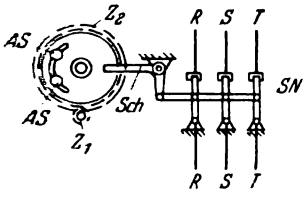


Abb. 7b. Fußbodenkontakt *KF*.

Die Abb. 7 a und b zeigen, wie der Steuerstrom von Leitung *g* einmal über Leitung *e* zum Fahrkorb-Druckknopfkasten *DF*, das andere Mal über Leitung *f* zu den Druckknöpfen *DA* an den Haltestellen geleitet wird.



Z_1 Zahnrad auf der Trommelwelle
Z_2 Zahnrad mit Anschlägen *AS*
AS Anschläge am Zahnrad Z_2 zur Betätigung des Winkelhebels *Sch*
SN Notendausschalter

Abb. 8. Notendausschalter *SN*.

Das Stillsetzen des Aufzuges an einer Endhaltestelle geschieht betriebsmäßig durch die Stockschalter *St* (Abb. 4); bei Versagen dieser tritt der Notendausschalter *SN* (Abb. 8) in Tätigkeit, der von der Trommelwelle der Winde betätigt wird und den Hauptstrom unterbricht.

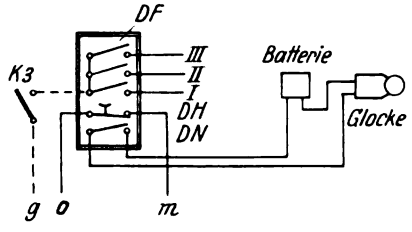


Abb. 9. Halteknopf und Notglocke.

Zu den gesetzlich geforderten Schutz- und Sicherheitseinrichtungen gehören (Abb. 9)

der Halteknopf *DH*, der die Steuerstromleitung *m*—*g* unterbricht, sobald er gedrückt wird;

der Kontakt K_3 (Abb. 1 a, b), der verhindert, daß der einmal gegebene Befehl durch Drücken eines weiteren Knopfes gestört wird, denn er unterbricht die Stromführung zu den Druckknöpfen, sobald die Steuerung anspricht. Anderseits verhindert er das Einschalten des Aufzugsmotors, solange ihn die Bremse nicht vollständig stillgesetzt hat.

die Notglocke, die beim Drücken des betreffenden Knopfes an einer geeigneten Stelle ertönt, um in Fällen der Gefahr Hilfe herbeizurufen.

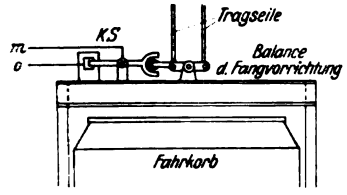


Abb. 10. Schlaffseilkontakt *KS* unterbricht den Strom beim Wirken der Fangvorrichtung, d. h. beim Schlaffwerden eines oder mehrerer Seile.

Der Schlaffseilkontakt *KS* unterbricht den Steuerstrom in der Leitung *m*—*o*, sobald eines der Fahrkorbseile oder sämtliche schlaff werden, d. h. wenn die Fangvorrichtung wirkt (Abb. 10).

Für die aus diesen Elementen gebildete einfachste Steuerung für 3 Haltestellen sind demnach wenigstens erforderlich:

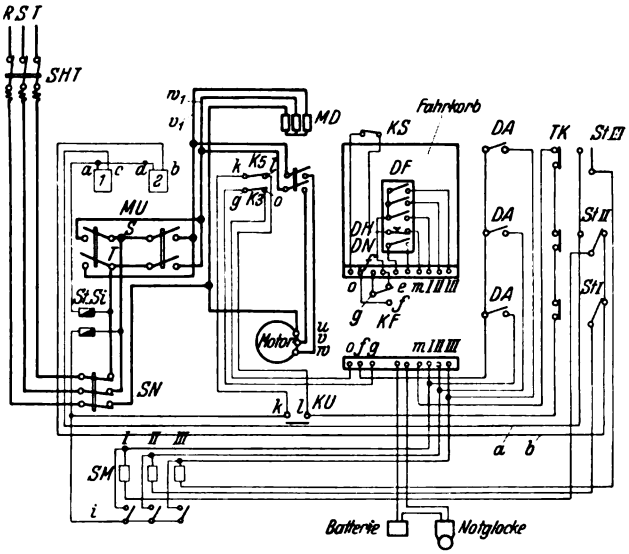


Abb. 11. Einfachste Druckknopfsteuerung.

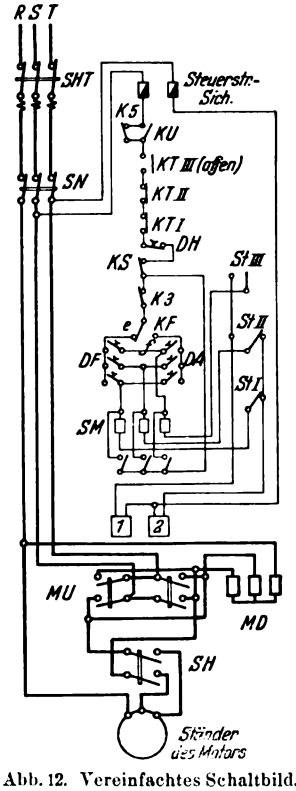


Abb. 12. Vereinfachtes Schaltbild, Aufzug in Ruhe.

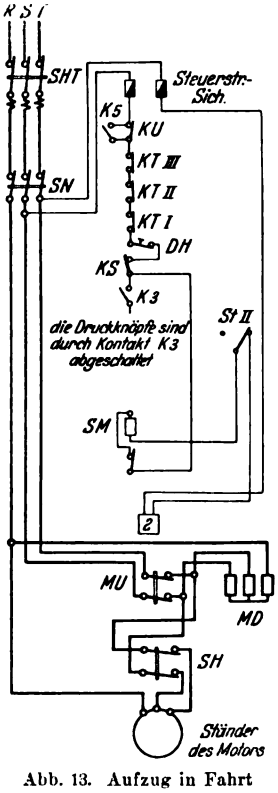


Abb. 13. Aufzug in Fahrt von *III* nach *II*.

Für Drehstrom, 3 Haltestellen, Druckknopfsteuerung vom Fahrkorb und Anholknöpfen in den Stockwerken (Umstellaufzug bzw. Selbstfahrer) mit Kurzschluß-(Doppelkäfig-)ankermotor. (Die Anzahl der Haltestellen ist auch mit *n* bezeichnet):

Anzahl	Benennung	Zeichen	Abb.
1	Anlasser	*KH* + *r*	1 a
oder 1	Standerschalter	*SH*	1 b
2	Hilfskontakte für Steuerstrom	*K* 3 + *K* 5	1 a, b
2	Motorumschaltschütze	*MU*	2
1	Bremslüfter	*MD*	3
3 = *n*	Stockschalter (m. Kurve)	*St*	4
3 = *n*	Stockmagnete	*SM*	4
3 = *n*	Türkontakte	*KT*	5
1	Überwachungskontakt	*KU*	6
1	Umstellschalter	*SU*	7 a
oder 1	Fußbodenkontakt	*KT*	7 b
1	Notendausschalter	*SN*	8
1	Halteknopf	*KH*	9
1	Notglocke (m. Druckknopf)	*KN*	9
1	Schlaffseilkontakt	*KS*	10
6 = 2 *n*	Druckknöpfe	*DF* u. *DA*	7a, 9

Digitized by Google

Der Hauptschalter *SHT* mit thermischer Auslösung, wie er heute meistens verwendet wird, ist nicht als Bestandteil der Schaltung zu betrachten, daher auch in obiger Zusammenstellung nicht angeführt.

Abb. 12 und 13 zeigen vereinfachte Formen des Schaltbildes 11, und zwar Abb. 12 die Steuerung und den Aufzug in Ruhe, der Fahrkorb steht in Haltestelle *III*, die Schachttür dort steht offen (der Kontakt *KT III* ist also geöffnet), ebenso ist der Stockschalter *St III* geöffnet. In Abb. 13 befindet sich der Aufzug in Fahrt, d. h. es wurde, nachdem die Schachttür *III* geschlossen worden ist, der Knopf der Haltestelle *II* im Fahrkorb gedrückt (in den Stockwerken wäre dies ohne Erfolg geblieben, denn der Fußbodenkontakt *KF* hat den Steuerstrom nach dem Fahrkorb gesandt und den der Anholknöpfe in den Haltestellen unterbrochen). Der Steuerstrom floß von Leitung *S* über K_3—*KTIII* ··· *I*—*KH*—*DS*—D_3—*KF*—*DFII*—Spule von *SMII*—*St II*—MU_2—Leitung *T*.

Umschaltschütze MU_1 und Stockmagnet *SM II* sprangen an, letzterer schloß seinen Kontakt und hielt dadurch den Befehl fest, auch nachdem der Druckknopf losgelassen wurde. Hauptstromkontakte von MU_2 schalteten ein, *MD* bekam Strom und zog an; damit wurde Kontakt *KU* geschlossen und dafür nach kurzer Zeit K_5 geöffnet, die Steuerung kann also unter Strom bleiben. Nun wurde noch K_3 geöffnet, d. h. sämtliche Druckknöpfe stromlos, und Hilfschalter *SH* schaltete den Ständerstrom des Aufzugsmotors für Abwärtsfahrt ein, der Motor konnte also laufen und befördert nun den Aufzug (Abb. 13) nach Haltestelle *II*. Dort angekommen unterbricht Stockkurve *StK* mittels Stockschalters *St II* den Steuerstrom, die Anlage wird stromlos, der Bremslüfter *MD* fällt ab und setzt den Aufzug still. Obwohl die Bremse sofort geschlossen wird, erfolgt das Schließen des Kontaktes K_3 verzögert, so daß erst nach rd. 3 s eine neue Fahrt begonnen werden kann, da erst dann die Druckknöpfe wieder Steuerstrom erhalten.

Beachtenswertes beim Anschluß von Meßgeräten an Stromwandler.

Von Dr.-Ing. W. Beetz, Nürnberg.

Übersicht. Es wird untersucht, welche sekundären Belastungsverhältnisse bei Stromwandlern vorliegen, und zwar bei den gebräuchlichen Schaltungen mit zwei Meßwerken für Drehstrom ohne Nulleiter und mit drei Meßwerken für Drehstrom mit Nulleiter. Dabei ergeben sich in den Fällen, in denen auf der Sekundärseite der Wandler 2 bzw. 3 Systemströme in einen gemeinsamen Leiter zusammengefaßt sind, für die einzelnen Wandler ungleiche Belastungen, für die die Eigenschaften der Wandler in der Regel nicht bekannt sind. Es ist deshalb ratsam, wenn auf große Genauigkeit Wert gelegt wird, getrennte Doppelleitungen von den Wandlern zu den Meßsystemen zu verlegen. In dieser Hinsicht werden anschließend auch die Schaltungen mit 2 Meßwerken für Vierleiter-Drehstrom und mit 3 Meßwerken für Dreileiter-Drehstrom bei Verwendung zweier Stromwandler behandelt.

Allgemeines.

Nach den „Regeln für Wandler" (VDE 0414/1932) werden die Stromwandler in fünf Genauigkeitsklassen, 0,2, 0,5, 1, 3 und 10 eingeteilt. Wandler der Klassen 3 und 10 sind hauptsächlich für den Anschluß von Relais bestimmt. Klasse 3 findet auch für Stromzeiger Verwendung, wenn keine große Genauigkeit verlangt wird. Für wattmetrische Geräte kommen wegen des Einflusses des Fehlwinkels nur genauere Wandler in Frage, und zwar kann Klasse 1 für Schalttafel-Meßgeräte und Betriebszähler Verwendung finden, während man zum Anschluß von genaueren Anzeigegeräten und Verrechnungszählern Klasse 0,5 und für höchste Ansprüche an die Genauigkeit und auch bei Leistungs- und Arbeitsmessung bei großer Phasenverschiebung zweckmäßig Klasse 0,2 wählt. Bei Zählern liegen die Verhältnisse insofern anders als bei Anzeigegeräten, als erstere gewöhnlich unter Berücksichtigung der Wandlereigenschaften besonders geeicht werden. Man kommt dabei im allgemeinen damit aus, die Zähler für Wandler der Klasse 1 bzw. 0,5 einzustellen, und zwar legt man dabei nicht die für die betreffende Klasse zulässigen Grenzwerte zugrunde, sondern die Werte, die solche Wandler tatsächlich im Mittel haben.

Die Berücksichtigung der Wandlerfehler kann freilich nicht derart erfolgen, daß diese durch die Zählereichung v o l l k o m m e n kompensiert werden: Mit abnehmender Belastung (Primärstrom) nimmt bekanntlich der Fehlwinkel eines Stromwandlers zu. Während nun der Stromfehler bei der Einstellung des Zählers bei $\cos\varphi = 1$, bei Nennstrom durch die Magneteinstellung und bei kleiner Belastung, gewöhnlich $^1/_{10}$ des Nennstromes, durch den Spannungsvortrieb berücksichtigt werden kann, kann man den Fehlwinkel nur bei einer Belastung, z. B. bei Nennstrom, durch die Phasenabgleichung des Zählers berücksichtigen. Da die innere Phasenverschiebung des Zählers nahezu konstant ist, hat also die Zunahme des Fehlwinkels des Wandlers mit abnehmender Belastung zusätzliche Fehler bei Phasenverschiebung zur Folge. Der durch den resultierenden Fehlwinkel des Satzes erzeugte Fehler beträgt 3 % für je 1 ° bei $\cos\varphi = 0{,}5$ und ist $\operatorname{tg}\varphi$ proportional; bei $\cos\varphi = 1$ spielt also der Fehlwinkel keine Rolle.

Bei Wandlern der Klasse 0,5 sind die Fehlwinkel auch bei kleiner Belastung so klein, daß es im allgemeinen vollkommen genügt, die Zähler für diese Wandler-K l a s s e zu eichen. In Ausnahmefällen aber, z. B. auch bei Messung mit großer Phasenverschiebung, kann man die Wandlerfehler noch genauer berücksichtigen, wenn man die Eigenschaften der betreffenden Wandler bei der tatsächlichen Bürde genau kennt. Dies scheitert aber oft daran, daß nicht bekannt ist, welche Belastung die außer dem Zähler noch angeschlossenen Meßgeräte für den Wandler in Ohm oder Voltampere darstellen, und welche Phasenverschiebung (β) zwischen Instrumentstrom und Klemmenspannung besteht. Der Verbrauch von Leistungsmessern kann z. B. zwischen 0,6 und 5 VA schwanken, je nach System und Fabrikat. Läßt sich aber selbst die Bürde genau feststellen, so ergibt sich dafür gewöhnlich eine Größe, für die die Wandlereigenschaften nicht bekannt sind, beispielsweise bei Anschluß zweier Zähler (Wirk- und Blindverbrauch) und eines Stromzeigers mit 10 m Doppelleitung, 4 mm², 0,33 Ω, $\cos\beta = 0{,}95$. Werden die Wandler für die Anlage neu bestellt, so können ihre Fehler bei dieser Bürde gemessen werden, was aber immerhin umständlich ist. Sind dagegen die Wandler, wie das häufiger der Fall ist, schon in der Anlage eingebaut, so ist es wegen Betriebsstörung meist nicht möglich, sie zum Zwecke der Messung auszubauen. Der Hersteller der Wandler ist gewöhnlich nur in der Lage, ihre Eigenschaften für bestimmte runde Bürden bzw. für die Nennbürde anzugeben. Es empfiehlt sich deshalb in solchen Fällen, die Bürde durch entsprechende Bemessung der Verbindungsleitungen oder durch einen zusätzlichen ohmschen Widerstand auf die Nennbürde zu ergänzen. Dies hat weiter den Vorteil, daß der sekundäre Leistungsfaktor, $\cos\beta$, praktisch gleich 1 gesetzt werden kann, so daß für die Wandler die bekannten Eigenschaften bei Nennbürde $\cos\beta = 1$ zugrunde gelegt werden können. Wie wir sehen werden, ist jedoch die Annahme $\cos\beta = 1$ nur dann zulässig, wenn von der Sekundärseite jedes Stromwandlers eine besondere Hin- und Rückleitung zu dem zugehörigen Meßsystem verlegt wird.

Beispiel. Abb. 1 zeigt die Ergänzung der Bürde eines Stromwandlers für 5 A sekundären Nennstrom auf seine Nennbürde durch die Leitungen. Der Wandler sei belastet mit

1 Wirkverbrauchzähler, Klemmenspannung $U = 0{,}25$ V bei 5 A, 0,05 Ω, $\cos\beta = 0{,}90$, $\beta = 26$ °,
1 Blindverbrauchzähler, $U = 0{,}35$ V, 0,07 Ω, $\cos\beta = 0{,}95$, $\beta = 18$ °,
1 Stromzeiger, $U = 0{,}65$ V, 0,13 Ω, $\cos\beta = 0{,}95$, $\beta = 18$ °,
1 Leistungszeiger, $U = 0{,}3$ V, 0,06 Ω, $\cos\beta = 0{,}7$, $\beta = 45$ °.

Trägt man die Spannungen U dem Strom um die Winkel β voreilend auf, so ergibt die Strecke $OA = 1{,}5$ V, $\beta = 24$ °, $\cos\beta = 0{,}913$ die Instrumentbürde. Um die Bürde auf die Nennbürde, 0,6 Ω, d. i. 3 V zu ergänzen, hat man die Spannung AB in Phase mit I anzufügen, welche den Kreis um O mit dem Radius $U_2 = 3$ V in B schneidet. Daraus folgt: $AB = 1{,}56$ V oder 0,313 Ω. Dies entspricht einer Doppelleitung von 35,3 m, 4 mm² oder 52,8 m, 6 mm². Die Gesamtbürde OB ergibt sich zu 0,6 Ω, $\beta = 11{,}5$ °, $\cos\beta = 0{,}982$. Hierfür können die Wandlereigenschaften für

Digitized by Google

$\cos\beta = 1$ angenommen werden. Der Wandler ist in diesem Beispiel verhältnismäßig hoch durch Instrumente belastet. Ist die Instrumentbürde geringer, sind z. B. nur die Zähler angeschlossen, so nähert sich der Wert $\cos\beta$ durch die Ergänzung der Bürde auf die Nennbürde noch mehr dem Wert 1.

Meßgeräte mit zwei Meßwerken.

Abb. 2 zeigt die bekannte Aron-Schaltung, Abb. 3 das Diagramm. Der Widerstand der Hin- und Rückleitung ist nach dem obigen Beispiel zu 0,313 Ω gewählt, also der Spannungsabfall $U_{12} + U_{34} = U_{56} + U_{78} = 1{,}56$ V. Die Nutzbürde sei wieder 0,3 Ω, also $U_{23} = U_{67} = 1{,}5$ V, $\beta_i = 24°$ und $U_{14} = U_{58} = 3$ V, $\beta = 11{,}5°$. Verlegt man, wie

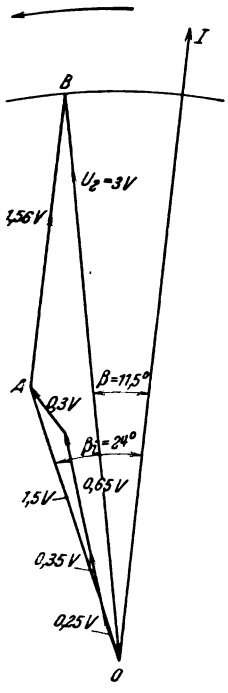


Abb. 1. Ergänzung der Bürde eines Stromwandlers auf die Nennbürde.

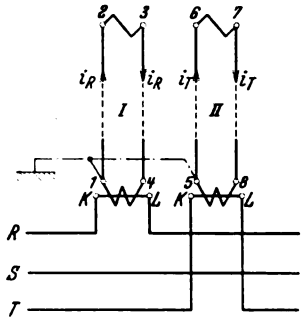


Abb. 2. Aron-Schaltung, getrennte Doppelleitungen.

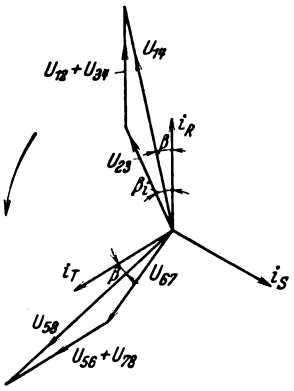


Abb. 3. Diagramm zu Abb. 2.

dies bisher fast allgemein üblich war, zwischen den Wandlern und den Spulen der Instrumente nur 3 Leitungen nach Abb. 4, also für die mittlere Phase S einen für beide Systeme gemeinsamen Leiter, so erhält man für die beiden Wandler verschiedene sekundäre Belastungsverhältnisse, bei denen die Eigenschaften der Wandler in der Regel nicht bekannt oder zum mindesten nur schwierig zu berücksichtigen sind.

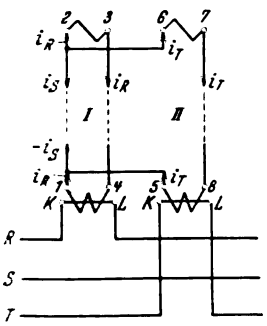


Abb. 4. Aron-Schaltung, gemeinsamer Leiter für die mittlere Phase.

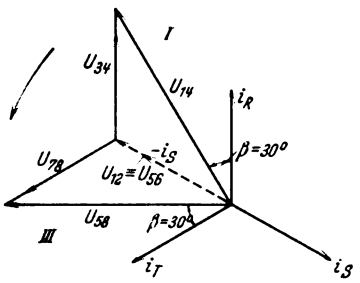


Abb. 5. Diagramm zu Abb. 4 bei vernachlässigter Nutzbürde.

Abb. 5 zeigt das Diagramm für den Fall, daß die Nutzbürde, d. h. die Impedanzen der Instrumente zu vernachlässigen sind gegenüber den Leitungen. Setzen wir demnach die Spannungsabfälle U_{23} und $U_{67} = 0$, so setzt sich die Klemmenspannung U_{14} des Wandlers I zusammen aus dem Spannungsabfall U_{12} in dem gemeinsamen Leiter, der in Richtung von *1* nach *2* vom Strom $-i_S = i_R + i_T$ durchflossen wird, und dem Spannungsabfall U_{34} in dem von i_R durchflossenen Leiter. Entsprechend ergibt sich die Klemmenspannung U_{58} des Wandlers II aus $U_{56} = U_{12}$ und U_{78}. Das Diagramm zeigt, daß die Bürde durch die Leitungen der Größe nach (in Ω bzw. VA) gleich $\sqrt{3}$ mal der Bürde durch einen einfachen Leiter ist und daß bei Wandler I der Sekundärstrom der Spannung um 30° nach-, bei Wandler II um 30° voreilt. Wir kommen also zu dem überraschenden Ergebnis, daß die Bürde, obwohl sie nur von den rein ohmschen Widerständen der Leitungen gebildet wird, für Wandler I induktiv bei $\cos\beta = 0{,}866$, für Wandler II kapazitiv bei $\cos\beta = 0{,}866$ erscheint. (Die Verbindungsleitungen *1–5* am Wandlersatz und *2–6* am Instrumentensatz sind auf alle Fälle zu vernachlässigen.)

Man könnte nun versucht sein, einfach für beide Wandler im Mittel $\cos\beta = 1$ anzunehmen und die hierfür bekannten Wandlerfehler der Eichung zugrunde zu legen. Dies ist jedoch, wenn es sich schon um sehr genaue Messung handelt, nicht immer angängig. Ein und derselbe Wandler hat bei kapazitiver Bürde andere Fehler als bei induktiver. Es können z. B. folgende Werte bei zwei gleichen Wandlern der Klasse 0,5 bei 20 % Primärstrom und 0,6 Ω Bürde vorliegen:

Wandler I, $\beta = 30°$ induktiv, Stromfehler $\Delta_I = -0{,}4$ %, Fehlwinkel $\delta_I = +10'$;

Wandler II, $\beta = 30°$ kapaz., $\Delta_{II} = +0{,}8$ %, $\delta_{II} = +35'$.

Der Fall liegt also ebenso, wie wenn bei gleichartiger Bürde zwei verschiedene Wandler vorhanden wären. Für diesen Fall können wir den resultierenden Meßfehler nach folgender Formel[1] berechnen:

$$\Delta = \frac{\Delta_I \cos\varphi_I + 0{,}029\,\delta_I \sin\varphi_I + \Delta_{II}\cos\varphi_{II} + 0{,}029\,\delta_{II}\sin\varphi_{II}}{\cos\varphi_I + \cos\varphi_{II}}$$

Bei gleichseitiger Belastung ist $\varphi_I = \varphi + 30°$, $\varphi_{II} = \varphi - 30°$, wobei $\cos\varphi$ der Leistungsfaktor im Drehstromnetz ist, φ_I und φ_{II} die Winkel zwischen Strom und zugehöriger verketteter Spannung in den beiden Systemen der Aron-Schaltung bedeuten. Es ist also in unserem Fall

$$\Delta = -0{,}01 + 1{,}00\,\mathrm{tg}\,\varphi \text{ in \%}.$$

Würde man jedoch „näherungsweise" für beide Wandler $\cos\beta = 1$ annehmen, wobei für die Wandler unseres Beispieles

$$\Delta_I = \Delta_{II} = +0{,}1\,\%, \qquad \delta_I = \delta_{II} = +25'$$

wäre, so ergäbe sich der resultierende Meßfehler zu

$$\Delta' = 0{,}1 + 0{,}72\,\mathrm{tg}\,\varphi \text{ in \%}.$$

Wenn nun der Zähler unter dieser Annahme geeicht wird, so entsteht ein Fehler von $\Delta - \Delta'$, d. i. bei

$\cos\varphi = 1$: $-0{,}11$ %,
$\cos\varphi = 0{,}5$: $+0{,}38$ %,
$\cos\varphi = 0{,}1$: $+2{,}7$ %.

Wenn auch bei hohem Leistungsfaktor im Netz durch die Annahme induktionsfreier Wandlerbürde keine großen Fehler entstehen, so zeigt sich doch, daß in die Fehlerberechnung und Eichung ein unsicherer und schwer übersehbarer Faktor hineinkommt. Es ist deshalb allgemein zu empfehlen, getrennte Doppelleitungen zu verlegen. Aus dieser Erwägung wurden vom VDE in die neuen Regeln für Elektrizitätszähler R.E.Z. (VDE 0418/1932) außer den alten Schaltungsbildern mit gemeinsamem Leiter für die Mittelphase solche mit getrennten Leitungen aufgenommen (z. B. Normalschaltungsbild 13 a und 13 b).

Interessant ist es nun noch, zu verfolgen, wie die Wandlerbürden ausfallen, wenn die Nutzbürde nicht zu vernachlässigen ist gegen die Leitungen. Legen wir wieder die Nutzbürde nach Abb. 1 zugrunde, so ergibt sich das Diagramm Abb. 6. Wir tragen also $U_{23} = 1{,}5$ V um 24° gegen i_R voreilend auf, fügen U_{12} in Phase mit $-i_S$ und U_{34} in Phase mit i_R an und erhalten die Klemmenspannung des Wandlers U_{14} als Strecke OM. Will man nun die Bürde auf den Nennwert 0,6 Ω, d. i. 3 V ergänzen, so muß Punkt M auf dem Kreis um O mit dem Halbmesser 3 V

[1] Möllinger, Wirkungsweise der Motorzähler und Meßwandler, 2. Aufl., S. 199. Verlag Julius Springer, Berlin.

Digitized by Google

liegen. Es ergibt sich dann der Spannungsabfall einer Leitung zu $U_{12} = U_{34} = 0{,}9$ V, entsprechend 0,18 Ω. Der Phasenwinkel der resultierenden Bürde ist $\beta_I = 25{,}5°$. Machen wir die entsprechende Konstruktion für Wandler II, also $U_{67} = 1{,}5$ V um 24 ° gegen i_T voreilend, $U_{56} \equiv U_{12} = 0{,}9$ V in Phase mit $-i_S$, U_{78} in Phase mit i_T, so sehen wir, daß Wandler II anders belastet ist als I; das Diagramm wird infolge der Nutzbürde unsymmetrisch und wir müssen sogar, um auch den Wandler II mit 0,6 Ω zu belasten, den Widerstand des Drahtes der Phase T größer wählen. Es wird nämlich $U_{78} = 1{,}2$ V, entsprechend 0,24 Ω. Geben wir allen drei Drähten denselben Widerstand, so wird die Bürde für Wandler II etwas kleiner. Wesentlich ist aber der Umstand, daß der Winkel β_{II} nur 3 ° wird, und zwar eilt der Strom der Spannung vor. Es sind also wie bei Vernachlässigung der Nutzbürde Wandler I induktiv, II kapazitiv belastet, jedoch mit ganz verschiedenen Winkeln. Wird die Nutzbürde immer größer im Verhältnis zur Leitung, so wird auch für Wandler II die Bürde induktiv, wobei aber die Winkel immer verschieden sind. Ist der Leitungswiderstand Null, liegt also die Nutzbürde direkt an den Wandlerklemmen, so wird das Bild wieder symmetrisch. Beide Wandler haben gleiche und induktive Bürde mit dem Winkel $\beta_i = 24°$.

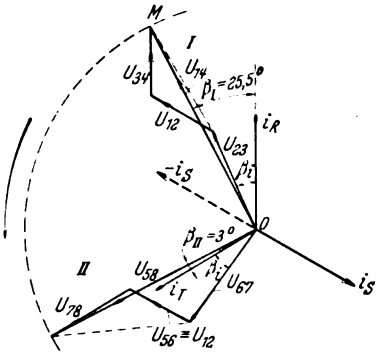


Abb. 6. Diagramm zu Abb. 4 unter Berücksichtigung der Nutzbürde.

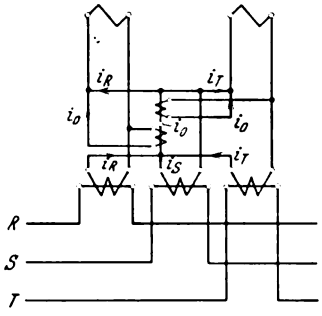


Abb. 7. Erweiterte Aron-Schaltung.

Es sei noch kurz auf 2 Schaltungen mit 2 Systemen hingewiesen, die in Fällen angewendet werden können, wo die Summe der 3 Leiterströme nicht gleich Null ist. — Ein Fall liegt bei gelöschten Hochspannungsnetzen vor, wenn die Erdkapazitäten und Ableitungen der 3 Phasen nicht genau gleich sind, und bei Erdschluß einer Phase. Es handelt sich um die sog. „erweiterte Aron-Schaltung" (Kompensationsschaltung nach B a u c h), die es ermöglicht, bereits vorhandene Meßsätze mit 2 Systemen durch Einbau eines dritten Hauptstromwandlers und zweier Hilfswandler für die richtige Messung der Leistung verwendbar zu machen[2]. Die Schaltung zeigt Abb. 7. Sie geht aus der normalen Aron-Schaltung nach Abb. 4 auf folgende Weise hervor: Man schickt durch die gemeinsame Leitung, die den Strom $i_R + i_T$ führt, mittels eines dritten Wandlers in Phase S noch den Strom i_S. In diese Leitung, die also dann den Summenstrom i_0 führt, legt man die Primärwicklungen zweier Hilfswandler, die das Übersetzungsverhältnis 3 : 1 haben. Jeder dieser Wandler speist sekundär je eine der Stromspulen des Meßgerätes. In den beiden Stromspulen wird also den Hauptströmen i_R und i_T noch der Strom $i_0/3$ überlagert. Die zwei Systeme erfassen dann bekanntlich die Leistung richtig.

Bei dieser Schaltung läßt sich also eine gemeinsame Leitung auf der Sekundärseite der beiden Wandler R und T nicht vermeiden. Sie wird aber hier nicht vom Strom i_S, sondern von i_0 durchflossen, der im normalen Betrieb klein ist im Verhältnis zu den Phasenströmen. Nur im Erdschlußfall kann er größere Werte annehmen. Der Spannungsabfall in der gemeinsamen Leitung wird also im allgemeinen gering sein. Es wäre unschwer, auch für diesen Fall in Anlehnung an Abb. 6 das Diagramm zu zeichnen, was aber hier zu weit führen würde. Wir erkennen aber, daß wir auch bei dieser Schaltung zweckmäßig das gemeinsame Leitungstück, also die Primärleitung der Hilfswandler, möglichst kurz machen und mit getrennten Leitungen zu den Meßwerken die Bürde auf die Nennbürde ergänzen. Hierbei kann man entweder die Hilfswandler zu den Meßgeräten setzen oder zu den Hauptwandlern. Sind die Hilfswandler beim Meßgerät eingebaut, so muß man von dem Hauptwandler der Phase S eine dritte Doppelleitung zu dem Platz des Meßgerätes verlegen. Die Sekundärleitungen der Hauptwandler sind dann nur mit den Phasenströmen i_R, i_S, i_T belastet. Sind dagegen die Hilfswandler bei den Hauptwandlern untergebracht, so benötigt man nur die 2 Doppelleitungen zu den Meßwerken. Aber diese sind jetzt mit den Strömen $i_R + i_0/3$ und $i_T + i_0/3$ belastet. Die Bürde für die Hauptwandler ist also wieder nicht einfach zu ermitteln, jedoch dürfte der Einfluß der Überlagerung von $i_0/3$ auf den Spannungsabfall zu vernachlässigen sein.

Der andere Fall, bei dem die Summe der Phasenströme nicht gleich Null ist, ist der des Vierleiterstromes. Es liegt auch hierbei mitunter das Bedürfnis vor, mit nur 2 Meßwerken zu arbeiten. Man kann dann die vorerwähnte erweiterte Aron-Schaltung verwenden, kann aber auch, da ja der Nulleiter vorhanden ist, in diesen selbst einen dritten Stromwandler legen, dem man gleich ein dreimal größeres Übersetzungsverhältnis gibt als den beiden Außenleiterwandlern. Dieser Nulleiterwandler dient dann zur Überlagerung der Größe $i_0/3$ in den beiden Meßwerken. Man kann aber auch die beiden Systeme mit den Sternspannungen R—0 und T—0 speisen und in den Stromspulen der Systeme mittels dreier gleicher Stromwandler in den drei Phasen die Ströme $i_R - i_S$ und $i_T - i_S$ bilden („umgekehrte Aron-Schaltung"). Die Verhältnisse bei dieser Schaltung liegen bzügl. der Wandlerbürde ähnlich wie in dem Fall der erweiterten Aron-Schaltung. Wegen ihrer geringen Bedeutung soll aber hier nicht weiter darauf eingegangen werden.

Meßgeräte mit drei Systemen.

Bei Drehstrom mit Nulleiter erfolgt die Messung der Leistung fast immer mit drei Meßwerken. Der VDE hat in den R.E.Z./1932 auch für diesen Fall 2 Schaltungsbilder aufgenommen, Nr. 15 a mit getrennten Leitungen zwischen Wandler und Meßwerk und 15 b mit einem gemeinsamen Leiter (älteres Schaltungsbild). Bei einseitiger Belastung zwischen einer Phase und Null, wobei nur ein Wandler Strom führt, fließt in der gemeinsamen Leitung der ganze Sekundärstrom dieses Wandlers. Es stellt also die Hin u n d Rückleitung eine Bürde dar. Bei ungleichseitiger Belastung führt die gemeinsame Leitung den Nulleiterstrom. Bei gleichseitiger Belastung ist sie stromlos und hat keinen Spannungsabfall. Jetzt ist also die Wandlerbürde durch die Leitungen gerade halb so groß wie bei ganz einseitiger Belastung. Bei ungleichseitiger Last sowie bei einseitiger zwischen 2 Phasen führt übrigens die gemeinsame Leitung einen Strom, der nicht in Phase mit einem der Systemströme ist, weshalb ähnliche Verhältnisse vorliegen wie bei der Aron-Schaltung mit gemeinsamer Leitung. Es empfiehlt sich deshalb, auch bei drei Systemen getrennte Doppelleitungen zu verlegen, um die Wandlerbürde eindeutig bestimmen zu können.

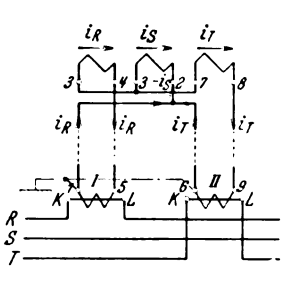


Abb. 8. Drei Meßwerke mit zwei Stromwandlern.

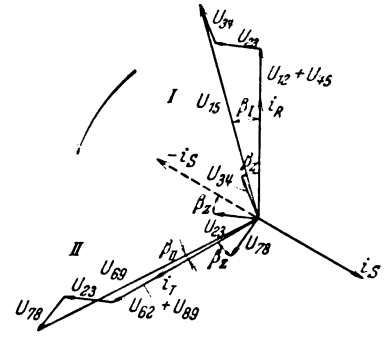


Abb. 9. Diagramm zu Abb. 8.

Eine Schaltung mit drei Meßwerken, die bei Drehstrom ohne Nulleiter mitunter verwendet wird, z. B. für Zähler, bei denen man ein besonders großes Drehmoment verlangt, zeigt Abb. 8. Es werden hier wie bei der Aron-Schaltung nur zwei Stromwandler benötigt und der dritte Strom i_S als negative Summe der Ströme i_R und i_T gebildet. Die drei (nicht gezeichneten) Spannungspulen sind in Stern mit künstlichem Nullpunkt geschaltet; ihr Anschluß kann an

[2] G. M e y e r, Siemens-Z. Bd. 12, S. 418 (1932).

Digitized by Google

2 Spannungswandler in V- oder an 3 in Sternschaltung erfolgen. (Schließt man die Spannungspulen an die verketteten Spannungen an, die jeweils auf den Phasenspannungen des Wirkverbrauchzählers senkrecht stehen, so wird der Zähler zum Blindverbrauchzähler.) Abb. 8 ist wieder für den Fall gezeichnet, daß von den Wandlern getrennte Doppelleitungen verlegt sind. Erst unmittelbar am Zähler wird die Stromsumme $i_R + i_T$ gebildet. Das Diagramm zeigt Abb. 9. Die Spannungsabfälle $U_{12} + U_{45}$ sind in Phase mit i_R. U_{23} eilt $-i_S$ um β_z vor (β_z = Phasenwinkel in einer Zählerspule). U_{34} eilt i_R um β_z vor. Es ergibt sich die Wandlerklemmenspannung U_{15}, die i_R um β_I voreilt. Entsprechend machen wir die Konstruktion für Wandler II. In unserem Beispiel ist $U_{12} + U_{45} = U_{67} + U_{89} = 5\,\mathrm{A} \cdot 0{,}45\,\Omega = 2{,}25\,\mathrm{V}$ (der Widerstand der Leitung ist so gewählt, daß sich für Wandler I Nennbürde 0,6 Ω, 3 V ergibt), $U_{23} = U_{34} = U_{78} = 5 \cdot 0{,}12 = 0{,}6\,\mathrm{V}$ (ein Wirk- und ein Blindverbrauchzähler). Die Nutzbürde ist in diesem Fall dargestellt durch die geometrische Summe $U_{23} + U_{34}$, d. h. sie ist $\sqrt{3}$mal so groß wie die Bürde der Stromspule einer Phase. Die Impedanz des mittleren Systemes (i_S) spielt eine ähnliche Rolle wie der gemeinsame Leiter bei der Aron-Schaltung (Abb. 4). Im Beispiel Abb. 9 sind die Wandler wie folgt belastet:

$$\text{I: } U_{15} = 3\,\mathrm{V},\ 15\,\mathrm{VA},\ \beta_I = 16°,\ \cos\beta_I = 0{,}96,$$
$$\text{II: } U_{69} = 3{,}25\,\mathrm{V},\ 16{,}25\,\mathrm{VA},\ \beta_{II} = 3°,\ \cos\beta_{II} \approx 1.$$

Es ergibt sich wie bei Abb. 6, daß bei gleichen Leitungswiderständen die Bürde für Wandler II etwas größer ausfällt. Man kann aber unbedenklich für beide Wandler 15 VA, $\cos\beta = 1$ annehmen. Würde man aber eine gemeinsame Leitung verlegen, indem man die Leitungen *1–2* und *6–2* zusammennimmt, so erhielte man schon eine große Verschiedenheit in der Belastung beider Wandler und eine stark kapazitive Belastung des Wandlers II, also wieder Verhältnisse, für welche die Wandlereigenschaften gewöhnlich nicht bekannt sind. Im allgemeinen wird in diesem Fall der Spannungsabfall in der Stromspule S (U_{23}) klein sein gegen die übrige Bürde, insbesondere dann, wenn noch weitere Instrumente angeschlossen sind. Die Stromspulen dieser Instrumente liegen nämlich nur in Phase R und T; ihr Spannungsabfall kommt also zu U_{34} bzw. U_{78} hinzu. Man kann daher annehmen, daß der Abfall U_{23}, auch wenn die Bürde nicht absichtlich auf den Nennwert ergänzt wird, zu vernachlässigen ist.

Die japanische Glühlampenoffensive.

Auf dem internationalen Glühlampenmarkt sind in den letzten Jahren starke Verschiebungen im Kräfteverhältnis der wichtigsten Ausfuhrländer eingetreten, die nicht nur auf die Krisenauswirkungen und die verstärkten Autarkiebestrebungen vieler Länder zurückzuführen sind, sondern vor allem auf die bisher beispiellose Exportoffensive der japanischen Glühlampenindustrie. Wie auf vielen anderen Industriegebieten erfuhr in Japan auch die Glühlampenindustrie während des Krieges einen umfangreichen Aufschwung, so daß sich von 1913 ··· 1918 die Zahl der japanischen Glühlampenunternehmungen von 13 auf 46 erhöhte und gegen Ende des Krieges die inländische Industrie den größten Teil des heimischen Bedarfs deckte, während ihr Anteil vor dem Kriege nur unbedeutend war. Seit etwa einem Jahrzehnt bewegt sich die japanische Glühlampenausfuhr in einer stark aufsteigenden Linie. Schon in dem Zeitraum von 1925 ··· 1929, also noch vor dem Kriseneinbruch, erhöhte sich der Wert der japanischen Glühlampenausfuhr von 3,82 auf 10,51 Mill RM, d. h. um 175 %, während gleichzeitig die Glühlampenausfuhr der sieben hauptsächlichsten Ausfuhrländer[1] nur von 103,2 auf 131,2 Mill RM wuchs, d. h. um 27,4 %. Seit 1930 ist mengen- und wertmäßig der internationale Glühlampenexport im allgemeinen erheblich gesunken, während Japan Erzeugung und Ausfuhr bis in das Jahr 1933 hinein mengenmäßig in einem solchen Ausmaß erhöht hat, daß hierdurch zahlreiche Märkte nicht nur im Fernen Osten, sondern auch in Australien, Südafrika, Süd- und Nordamerika einschneidend beeinflußt worden sind.

Japanische Glühlampenausfuhr 1929 ··· 1932.

Jahr	1000 Stück	1000 RM	durchschnittlicher Ausfuhrerlös Pf je Stück
1929	96 759	10 506	10,9
1930	101 596	11 010	10,8
1931	151 473	12 103	8,0
1932	273 455	12 103	4,4

Nach diesen Zahlen[2] steht also innerhalb der letzten vier Jahre einer mengenmäßigen Zunahme um 183 % eine wertmäßige Steigerung um nur 15 % gegenüber, da sich der durchschnittliche Exporterlös je Lampe um 59,6 % verringert hat.

In Niederländisch-Indien stellte sich in den ersten fünf Monaten 1933 die Glühlampeneinfuhr aus Japan auf 875 923 Stück gegenüber 348 787 in der gleichen Vorjahrszeit, was eine Steigerung um rd. 150 % bedeutet, während gleichzeitig die Einfuhr aus den Niederlanden von 604 148 auf 538 115 Stück sank, d. h. um rd. 10 %. In Britisch-Indien stieg die monatsdurchschnittliche Glühlampeneinfuhr aus Japan von 20 000 Stück im Jahre 1931 auf annähernd 500 000 in der ersten Hälfte des Jahres 1933[3]. In Australien arbeitet die Glühlampenfabrik der Electric Lamp Manufacturers (Australasia) Ltd. in Newcastle infolge der Überschwemmung des Marktes mit japanischen Lampen mit verkürzter Arbeitszeit. In einzelnen Ländern, so in Australien und Niederländisch-Indien, stehen wahrscheinlich einschränkende Maßnahmen gegen die Einfuhr japanischer Lampen bevor, während in zahlreichen anderen Überseeländern mit keiner oder nur einer geringen Eigenerzeugung ähnliche Schutzmaßnahmen vorläufig nicht erwartet werden können.

Die V. S. Amerika haben bereits seit einer Reihe von Jahren japanische Glühlampen in immer größerem Umfang eingeführt, vorwiegend kleine Lampen für Taschenlampen, Christbaumschmuck, Reklamezwecke usw. Die Stückzahl stieg von 37 Mill 1928 auf etwa 80 im Jahre 1932. In den ersten 7 Monaten des Jahres 1933 stellte sich die Einfuhr auf 58,49 Mill im Werte von 1,3 Mill RM im Vergleich zu 56,13 Mill Stück im Werte von annähernd 3 Mill RM in der gleichen Zeit des Jahres 1932[4]. Da sich der 1930 eingeführte Zoll in Höhe von 20 bis 30 % des Werts als unzureichend erwiesen hat, ist im September gegenüber den japanischen Glühlampen ein Antidumpingschutz errichtet worden.

Schon vorher hatten die Niederlande die Glühlampeneinfuhr insofern eingeschränkt, als die Lampen zu Preisen angeboten wurden, mit denen die holländische Industrie nicht mehr konkurrieren konnte; diese Schutzmaßnahme richtet sich fast ausschließlich gegen das zunehmende Eindringen japanischer Lampen.

Auch Deutschland sah sich zu entsprechenden Maßnahmen gezwungen, insbesondere weil der Schutz, den bisher das Wolfram-Glühfäden-Patent bot, am 6. X. ablief. Denjenigen Ländern, die schon bisher Glühlampen nach Deutschland geliefert haben — zu diesen gehört mit bislang ganz geringen Einfuhrmengen auch Japan —, wurden im Ausmaß des Durchschnitts ihrer bisherigen Einfuhr während der Jahre 1930 ··· 1932 Kontingente eingeräumt, bei denen der Zollsatz nur 80 RM je 100 kg beträgt; für die über diese Kontingentsmengen hinausgehende Einfuhr sind allgemein Zollsätze für normale Glühlampen in Höhe von 800 RM, für kleine Lampen in Höhe von 1200 RM je 100 kg festgesetzt worden. Die Schaffung dieses Zollschutzes war insbesondere für die mitteldeutschen Kleinbetriebe, in denen fast ausschließlich Kleinlampen hergestellt werden, eine Lebensfrage. Die deutsche Glühlampenausfuhr, die von 1931 bis 1932 von 60,99 auf 41,09 Mill Stück und wertmäßig von 21,87 auf 11,65 Mill RM gesunken war, belief sich in den ersten 8 Monaten des Jahres 1933 auf 23,85 Mill Stück (rd.

[1] Niederlande, Deutschland, Großbritannien, Frankreich, Ungarn, Österreich, V. S. Amerika.
[2] Zusammengestellt nach Angaben des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie.
[3] Electr. Rev., Lond., Bd. 113, S. 325 (1933).
[4] Electr. Wld., N. Y., Bd. 102, S. 425 (1933).

Digitized by Google

2 Mill mehr als in der gleichen Vorjahreszeit) im Werte von 6,56 Mill RM. Daß die deutsche Glühlampenausfuhr 1932 angesichts des gesteigerten japanischen Wettbewerbs wieder etwas zunehmen konnte, kann als erfreulicher Erfolg der Qualität der deutschen Erzeugnisse verbucht werden. Ähnlich stellte sich in den ersten 8 Monaten 1933 die holländische Glühlampenausfuhr auf 9,30 Mill RM gegenüber 7,67 und 15,91 Mill RM in der gleichen Zeit der Jahre 1932 und 1931.

Ein Beispiel für die Notwendigkeit von Schutzmaßnahmen gegen die billigen japanischen Lampen bietet Österreich, das 1930 erstmalig 3000 Glühlampen aus Japan einführte, 1932 dagegen bereits 0,51 Mill, so daß Japan zum zweitgrößten Glühlampenlieferanten Österreichs geworden ist. Ebenso ist auch der starke Rückgang der österreichischen Glühlampenausfuhr von 16,31 Millionen im Jahre 1930 auf 6,02 Mill im Jahre 1932 teilweise auf den verschärften japanischen Wettbewerb zurückzuführen.

Um darzulegen, daß der Vorwurf eines Dumpings unberechtigt ist, wurde vor einigen Monaten von der Lampenausfuhrgilde von Tokio eine Aufrechnung der Herstellungskosten veröffentlicht; diese angeblichen Selbstkosten seien nachfolgend wiedergegeben[5].

Angebliche Gestehungskosten japanischer Lampen in RM je 100 Stück. fob. Yokohama.

	Normale Glühlampen	Weihnachtslampen
Rohstoffe, Materialien	2,56	0,66
Bruch, Abfall	0,07	—
Kraft, Wärme	0,22	—
Löhne	0,56	0,62
Verpackung	0,46	—
Transport	0,04	—
sonstige Kosten	0,31	—
Gewinn	0,40	0,16
insgesamt	4,62	1,44

In Japan selbst werden die Glühlampen zu Preisen verkauft, die erheblich über diesen, offenbar für Propagandazwecke zusammengestellten Gestehungskosten liegen; hiermit hängt es wohl auch zusammen, daß die Tokyo Denki KK, die größte japanische Glühlampenfabrik, die zum Internationalen Glühlampenkartell gehört und an der die General Electric beteiligt ist, auf dem japanischen Markt führend ist (Lampenmarke Mazda), während am Export vorwiegend die kleinen und kleinsten Firmen beteiligt sind. Die mittleren japanischen Firmen (Osaka Denkyu, Teikoku Denkyu, Toden Denkyu und Ebisu Denkyu) haben sich teilweise zu gemeinsamer Forschung und Marktbearbeitung zusammengeschlossen.

Die japanische Glühlampenfabrikation verteilte sich im vergangenen Jahr nach amtlichen Angaben auf 131 Unternehmungen, wobei allerdings nur die Betriebe mit 5 und mehr Arbeitern erfaßt sind. Hiervon arbeiteten 113 mit 5 ··· 50, 9 mit 50 ··· 100, 3 mit 100 ··· 200 und 3 mit mehr als 200 Arbeitern. Die starke Exportabhängigkeit des größten Teils der japanischen Glühlampenindustrie ergibt sich daraus, daß ein Inlandsbedarf von etwa 60 Mill Glühlampen einer Ausfuhr von gegenwärtig rd. 300 Mill Lampen gegenübersteht. Die verhältnismäßig große Zahl kleiner und kleinster Unternehmungen und die weitere Verbreitung der Heimarbeit deuten darauf hin, daß gegenwärtig viele tausende japanischer Familien ihre Existenz auf der Fabrikation von zum Export bestimmten Glühlampen begründet haben. Es ist daher auch verständlich, daß die amerikanischen Antidumpingmaßnahmen in Japan zu einer starken Gereiztheit der Bevölkerung geführt haben, u. a. zu Ausschreitungen gegen die japanische Vertretung der amerikanischen General Electric Co.

Die starke Zersplitterung der Produktion, der hohe Anteil der Heim- und insbesondere auch der Kinderarbeit, die nur geringe Sachkenntnis vieler Erzeuger und die meist ganz unzulängliche technische Ausrüstung der Betriebe bringen es mit sich, daß die japanischen Lampen fast durchweg nur minderwertige Erzeugnisse darstellen, so daß die niedrigen Preise durch die Nachteile der im allgemeinen nur kurzen Lebensdauer und des zur gleichen Helligkeitserzeugung meist viel höheren Stromverbrauchs mehr als ausgeglichen werden. Soweit sich die Qualitätsunterschiede gegenüber deutschen Glühlampen zahlenmäßig ausdrücken lassen, kann im Mittel mit einer um etwa 40 % schlechteren Qualität gerechnet werden, doch gehen die Abweichungen verschiedentlich bis zu 70 %.

Die Abweichungen hinsichtlich der Leistungsaufnahme sind oft so stark, daß man betrügerische Absichten vermuten muß, so z. B., wenn 50 W-Lampen eine Leistungsaufnahme von 70, oder 75 W-Lampen eine solche von 140 W aufweisen. Die Lichtausbeute nicht nur der einzelnen Typen, sondern auch innerhalb der Typen die der einzelnen Lampen differiert so stark, daß sich zwischen den größten und kleinsten Werten Abweichungen bis zu 50 und 60 % ergeben. Die Lebensdauer erreicht in einzelnen Fällen 5000 h, während bei vielen Erzeugnissen nur Werte von 100 ··· 200 h festgestellt wurden.

Diese die japanischen Glühlampen charakterisierenden Mängel wurden in zahlreichen Untersuchungen festgestellt, die sowohl von deutscher Seite als auch von der General Electric Co. vorgenommen sind.

Daß die japanischen Lampen trotz ihrer Minderwertigkeit ihre Ausfuhrziffer von 1926 bis 1932 von 30,4 auf mehr als 273 Mill Stück, also innerhalb von 6 Jahren auf den neunfachen Umfang steigern konnten, erklärt sich durch ihre außergewöhnliche Billigkeit und durch die Tatsache, daß die Verbraucher und vielfach auch die Händler die erst im Gebrauch sich zeigenden Nachteile nicht erkennen und oft auch gar nicht zu beurteilen vermögen. Das starke Absinken der Kaufkraft der Bevölkerung vor allem in den überseeischen Gebieten hat naturgemäß stark dazu beigetragen, die Verbreitung japanischer Lampen zu ungunsten der deutschen und anderen Qualitätserzeugnisse zu ermöglichen. Trotzdem wäre der Umfang der japanischen Glühlampenausfuhr wesentlich geringer, wenn nicht innerhalb der letzten beiden Jahre die Yenwährung um etwa 60 % abgewertet worden wäre und wenn die Ausfuhr nicht durch staatliche Exportprämien bis zu 60 % des Werts noch besonders unterstützt würde.

Gegenwärtig scheint allerdings ein gewisser Höhepunkt des japanischen Glühlampenexports überschritten zu sein, so daß kürzlich der Verband der kleinen Glühlampenfirmen seinen Mitgliedern empfohlen haben soll, die Produktion vorläufig um 50 % zu drosseln. Auch in der Ausfuhrtätigkeit kommt in den letzten Monaten ein Entwicklungsumschwung zum Ausdruck. Zwar war in den ersten vier Monaten des Jahres 1933 die Ausfuhrziffer mit 87 Mill Lampen um 22 Mill größer als in der gleichen Vorjahreszeit, doch ist eine von Monat zu Monat anhaltende Verringerung festzustellen. Im Zusammenhang hiermit erscheinen auch Bestrebungen der japanischen Regierung verständlich, die dahin gehen, die Qualität und die Preise der zur Ausfuhr bestimmten Lampen unter Kontrolle zu nehmen. So wird z. B. von der Präfektur von Tokio und vom japanischen Handelsministerium zur Zeit der Versuch gemacht, fünf mittlere Firmen (zusammengeschlossen im Tokio-Elektroglühlampen-Verband) und 24 kleinere Firmen (zusammengeschlossen im Tokio-Glühlampen-Ausfuhrverband) in einer einheitlichen Organisation zusammenzufassen[6].

Die Kapazität der internationalen Glühlampenindustrie hat im übrigen auch außerhalb Japans im Zusammenhang mit den überall festzustellenden Autarkiebestrebungen einen Zuwachs erfahren, wobei es sich freilich nur um Unternehmungen mit geringer Kapazität handelt. So wird z. B. in der Türkei eine Glühlampenfabrik unter Mitwirkung der kartellfreien schwedischen Firma (Kooporativa Förbundet) errichtet, während in Portugal eine neu gegründete Gesellschaft eine Glühlampe unter der Marke Lumiar verbreitet. Auf dem englischen Markt werden seit einigen Wochen von der Crompton Kye Lamp Sales Ltd. (hinter der die British Electric Transformer Co. steht) Glühlampen mit einer Leistung von 25, 40 und 60 W für Spannungen zwischen 110 und 250 V zu einem Einheitspreis von 1 sh (zur Zeit etwa 65 Rpf) angeboten, außerdem 100 W-Lampen zu einem Preise von 1 sh 6 d (etwa 1 RM). Von der Firma selbst wird dieser Preis als eine „Antwort auf das drohende Eindringen der billigen ausländischen Lampe" bezeichnet[7].

A. Friedrich.

[5] Zitiert nach Electr. Rev., Lond., Bd. 112, S. 351 (1933).

[6] Electr. Rev., Lond., Bd. 113, S. 363 (1933).

[7] Electr. Rev., Lond., Bd. 113, S. 325 (1933).

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Beeinflussung von Fernsprechleitungen durch Starkstromleitungen unter nicht stationären Bedingungen. — Die theoretische Ermittlung der von sehr plötzlichen Erdstromänderungen induzierten Spannungen nimmt Bezug auf die Arbeiten von Pollaczek, Carson, Peterson, Riordan, Ollendorff u. a. Die zahlenmäßige Auswertung für einige praktisch mögliche Fälle zeigt, daß für die Praxis die Induktionswirkung einschwingender Erdfehlerströme auf parallele Fernmeldeleitungen keine Rolle spielt. Man kann sich also mit der bisherigen Berechnungsweise begnügen, eine Erkenntnis, die für die Besitzer bzw. Erbauer von Fernsprechanlagen von großer Wichtigkeit ist. Betreffs Einzelheiten der theoretischen Behandlung und der Zahlenergebnisse muß auf die Originalarbeit verwiesen werden. (W. G. Radley u. H. J. Josephs, J. Instn. electr. Engr. Bd. 72, S. 259.) *Eg.*

Elektromaschinenbau.

Beitrag zur Berechnung eisenloser Banddrosselspulen. — R. Edler entwickelt die Berechnung eisenloser Drosselspulen aus der grundlegenden Formel von Hemmeter und erwähnt auch die Formeln von Stefan, Spielrein, Coursey und Korndörfer. Den Einfluß der Erwärmung im Dauerbetriebe und die thermische Überlastungsfähigkeit im Kurzschlußfalle läßt keine dieser Formeln erkennen. Der neue, eingehend entwickelte Berechnungsweg für Banddrosselspulen stützt sich auf die Gleichung für die Induktivität:

$$L_s\,(\text{in cm}) = w^2 D \cdot 2\pi\varphi = w^2 D A\,, \qquad (1)$$

wobei φ eine Funktion der Verhältniszahlen $m = b : c$ und $\gamma = c : D$ ist, die aus der Gleichung von Hemmeter folgt (D mittlerer Durchmesser, w Windungszahl, b axiale Länge, c radiale Breite). Die Funktion φ wurde für $\gamma = 0{,}1 \cdots 0{,}6$ und für $m = 0{,}1 \cdots 0{,}3$ berechnet. Mit a cm² je Watt (spezifische Kühlfläche) und mit dem Kupferfüllfaktor des Wicklungsquerschnittes ($b\,c$) in cm²

$$f_w = \frac{\delta}{\delta + \delta_i + \delta_{\text{Luft}}}\,, \qquad (2)$$

wobei δ (in cm) die wählbare handelsübliche Dicke des Kupferbandes ist, erhält man mit $k = 50 \cdot 10^4$ S/cm (Leitfähigkeit des Kupfers, warm) für den Dauerstrom I Amp.:

$$L_s \frac{k^3}{I^6 a^3} \frac{\delta^8}{f_w^5} = \frac{A}{B}\,, \qquad (3)$$

wobei $B = \gamma\, m^3\,(2 + m + m\,\gamma)^3$; für a kann man 20 cm²/W wählen. Werte für A/B und für δ^8/f_w^5 sind in der Abhandlung angegeben. Aus der Gl. (3) kann man den Zusammenhang zwischen δ^8/f_w^5 und A/B berechnen; die Wahl einer dieser beiden Größen ist dann noch frei. Zur Beurteilung des Kupfergewichtes dient die Gleichung:

$$\frac{G_K}{L_S} = \pi\,\gamma_{\text{Cu}} \left(\frac{m}{A}\right) \left(\frac{\delta^2}{f_w}\right); \qquad (4)$$

für geringes Kupfergewicht soll γ klein sein (etwa 0,1 bis 0,3); m ist von geringem Einfluß. Für den Fall, daß Außendurchmesser D_a oder Innendurchmesser D_i der Spule vorgeschrieben ist, werden ebenfalls Gleichungen entwickelt und die benötigten Funktionswerte in Zahlentafeln gegeben. Die Teilung einer Spule in zwei parallelgeschaltete Halbspulen, die Kurzschlußfestigkeit der Spule sowie Zahlenbeispiele werden behandelt. Der Vorteil des neuen Berechnungsweges besteht darin, daß die Berechnungsformeln außer den gegebenen Größen L_s und I jene wählbaren Größen (a, k, δ) enthalten, die für Betrieb und Herstellung maßgebend sind; dadurch werden sonst nötige mehrfache Umrechnungen erspart.

Im Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. hat sich der Verfasser mit der Berechnung von Schutzdrosseln mit Drahtwicklung befaßt. Er gibt Formeln für den Drahtquerschnitt und die Spulenabmessungen; Zahlentafeln und Schaubilder erleichtern die Berechnung, die an einem Zahlenbeispiel erklärt wird. Der neue Berechnungsweg ist durch sehr genaue Näherungsformeln gekennzeichnet. (R. Edler, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 11, S. 755; Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 24, S. 149.) *Sb.*

Wasserlöschung von Transformatorbränden. — Im Kraftwerk Safe Harbor sind Versuche gemacht worden, Ölbrände mit Wasser zu löschen, die interessante Ergebnisse gezeitigt haben. Es hat sich da gezeigt, daß Wasser für diesen Zweck sehr gut geeignet ist und daß die ungünstige Beurteilung, die dem bisher entgegenstand, entweder reines Vorurteil war oder auf ungünstig angeordnete Löschvorrichtungen und Versuche zurückzuführen ist. Voraussetzung ist lediglich, daß Wasser in reichlicher Menge und in der Form einer Regendusche zugeführt wird, sowie daß sich unter dem brennenden ölgefüllten Apparat keine Ölpfützen bilden können. Allerdings wird man Wasser als Löschmittel nur in Freiluftanlagen verwenden können, während für Innenanlagen voraussichtlich die bisher verwendeten, mit chemischen Mitteln arbeitenden Apparate weiter zweckmäßig bleiben. Für Brände innerhalb ölgefüllter Apparate bleibt weiterhin Kohlensäure das beste Löschmittel.

Die Transformatoren im Safe-Harbor-Kraftwerk sind so angeordnet, daß jede Einphaseneinheit an der Außenmauer des Kraftwerkes zwischen 12 m hohen Betonmauern steht, also in einer nach außen und oben offenen Kammer. Die Ölgrube ist in 3 Becken unterteilt, deren jedes einen Ablauf von 30 cm Dmr. hat. Als Löscher wurden zwei Reihen von je 6 Sprühventilen angeordnet, von denen die oberste den Deckel, die untere die Seitenwände des Transformators besprühte. Die Ringleitung, an der die Ventile sitzen, konnte mittels einer Schlauchleitung mit Schnellkupplung an die allgemeine Wasserleitung des Werkes angeschlossen werden, der Anschluß liegt auf der dem Transformator abgekehrten Seite der Wand. Ein weiterer Schlauchanschluß ist vorgesehen, um ein unterhalb des Kessels wütendes Feuer mit einem Schlauch ablöschen zu können.

Zu den Versuchen wurde ein alter 10 kV-Transformator verwendet, dem der Deckel eines 230 kV-Transformators aufgesetzt wurde. Das Gehäuse wurde zum größten Teile mit Wasser gefüllt, über dem sich eine 30 cm hohe Schicht leichten Öles befand. Dieses wurde durch eine Dampfschlange bis auf 120 ··· 160 °C aufgeheizt und sodann durch einen brennenden ölgetränkten Lappen entzündet. So brannte es zwischen 6 und 20 min, alsdann wurde der Wasserinhalt des Gehäuses unter Druck gesetzt und dadurch das brennende Öl zum Aus- und Überfließen gebracht. Durch 4 halbzöllige Öltraufen über dem Deckel konnte das Feuer noch wesentlich verstärkt werden. Mit einer Ölmenge von rd. 500 l gelang es so, ein schweres Feuer auf dem Deckel, unter dem Transformator und in der ganzen Kammer zu erzielen. Aus den Sprühventilen konnte auch eine Lösung von Aluminiumsulfat und Natriumbikarbonat in Wasser verspritzt werden, mit der ebenfalls gute Erfolge erzielt wurden, doch kaum bessere als mit Wasser allein. Außerdem setzten sich dabei die feinen Löcher in den Brausen schnell zu, so daß der Regen unregelmäßig wurde.

Es wurden 19 Löschversuche gemacht, davon 8 mit reinem Wasser, 4 mit der bezeichneten Lösung und die übrigen mit Kohlensäure. Nur der erste Wasserlöschversuch mißglückte, und zwar infolge falsch angeordneter und ungünstig geformter Ventile, alle übrigen waren erfolgreich. Die Ventile wurden so abgeändert, daß der aus einem austretende Regen den benachbarten berührte, so daß sich eine vollkommen geschlossene Regendecke ergab. Damit gelang es dann, jedes Feuer zu löschen, und zwar waren unter den mit Wasser gelöschten die schwersten, die überhaupt entfacht wurden. Die kürzeste Zeit, in der ein Feuer über dem Deckel gelöscht wurde, war 1 min, während in höchstens 4½ min jedes, auch das schwerste, die ganze Kammer ausfüllende Feuer gelöscht werden konnte. Dabei war es nicht einmal nötig, den zweiten Schlauchanschluß zu benutzen, denn das Feuer in der Ölgrube wurde stets durch die Regenventile mit gelöscht. (Electr. Wld., N. Y., Bd. 102, S. 110.) *Ha.*

Apparate.

Nocken-Reihenparallelschalter. — Für die Reihenparallelschaltung der Motorgruppen in Triebwagen sind von der AEG statt der bisher angewand-

Digitized by Google

ten elektromagnetischen Einzelschütze drei Nocken-Einzelschalter[1] vereinigt (Abb. 1) und durch eine gemeinsame Nockenwelle betätigt. Die Welle wird durch einen Kraftspeicher in der Reihenstellung gehalten und von einer Magnetspule in die Parallelstellung gebracht. Elektromagnetische Schütze für die Feldschwächung können mit in den Apparat eingebaut werden. (Balke, AEG-Mitt. 1932, S. 218.) *Sb.*

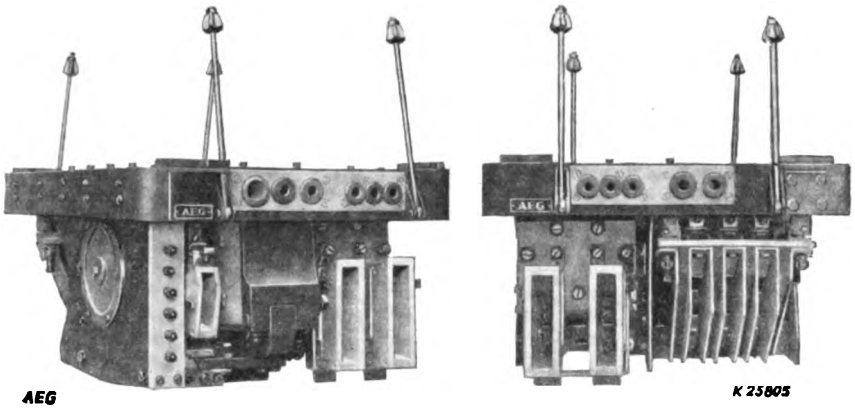


Abb. 1. Reihenparallelschalter.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Neue Entwicklungen in der Präzisions-Zeitmessung. — In den letzten Jahren sind von verschiedenen Stellen neue interessante Wege beschritten, um über den an sich schon sehr hohen Stand der Präzisions-Zeitmessung hinauszukommen. Man kann gewissermaßen von einer „Jagd nach der $^1/_{1000}$ s" sprechen. Die vorliegende Arbeit, die eine wenn auch unvollkommene Übersicht dieser Entwicklung gibt, ist bemerkenswert deshalb, weil sie nähere Einzelheiten über die „Kristalluhr" von Marrison gibt, eines der beiden Verfasser.

Statt eines Pendels, einer Feder oder Stimmgabel wird hier als zeitmessendes Schwingungsorgan ein Quarzkristall mit der Eigenfrequenz 100 000 Hz benutzt, der seinen Antrieb von einer elektrischen Vakuumröhre erhält. Um dieses Schwingungssystem für Zeitmeßorgane verwenden zu können, muß die Hochfrequenz in eine solche von 1000 Hz umgewandelt werden, die dann zum Antrieb eines Synchromotors verwendet wird; eine Umdrehung desselben, die auf Räderwerke oder ähnliche Organe übertragen wird, entspricht also einem Bruchteil einer tausendstel Sekunde. Für die Konstanz der Schwingungen und damit die Genauigkeit der Zeitmessung besitzt der Quarzkristall einige hervorragende Eigenschaften: keine Alterungserscheinungen, Schwingungsperiode vom Scheitelwert unabhängig, Temperaturkoeffizient infolge besonderer Anordnung angeblich praktisch gleich Null, Unabhängigkeit von Fremdfeldern und Erschütterungen.

Leider sind nun die Angaben der Verfasser über die Art der Frequenzumwandlung recht unklar gehalten; sie sprechen nur von einer unter dem Namen „sub-multiple generator" bekannten Schaltung. Handelt es sich, was einige deutsche Fachleute annehmen, um eine Schwebungschaltung, so daß also die durch Überlagerung zweier hochfrequenter Schwingungskreise erzeugte Schwebungsfrequenz zum Antrieb des Synchronmotors benutzt wird, so wäre ja schon die geringste Änderung der Hochfrequenz von erheblichem Einfluß auf die Genauigkeit. Die Verfasser geben eine Beobachtungskurve über eine Zeit von drei Monaten, die freilich außerordentlich hohe Genauigkeiten zeigt. Ob diese Bedingungen bei der praktischen Bedienung dieses doch nicht einfachen Systems eingehalten werden können, sei dahingestellt; die Verfasser versichern freilich, daß die auf Altern der Vakuumröhren und Veränderungen der Betriebspannung zurückzuführenden Änderungen der Antriebskraft durch besondere Vorrichtungen weitgehend ausgeschaltet werden können; nähere Angaben fehlen. Ein derartiges System von 4 Quarzkristallschwingern wird bei der Bell-Gesellschaft als Frequenzstandard benutzt; ein ähnliches System soll im Bureau of Standards verwendet werden. — Ein endgültiges Urteil wird man wohl erst nach Bekanntwerden langwieriger Beobachtungsreihen hinsichtlich Konstanz und auch Betriebsicherheit geben können. (A. L. Loomis u. W. A. Marrison, J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 51, S. 542.) *Blz.*

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 1075.

Neue Meßeinrichtung für Erdungswiderstände. — J. Gerstbach beschreibt eine neue Einrichtung nach Masa zur Messung von Erdungswiderständen. Wie bei den üblichen Verfahren ist die Verwendung von zwei Hilfserdern erforderlich, die in 20 bzw. 40 m Entfernung von dem zu messenden Erder in den Boden getrieben werden. Als Stromquelle dient ein mit Handkurbel getriebener Induktor mit etwa 10 ··· 12 Hz. Die Messung stellt eine Kompensationsmethode dar, bei der zunächst ein Hilfstromkreis mit regelbarem Widerstand auf gleiche Stromstärke wie der Hauptkreis abgeglichen wird. Dieser besteht aus Induktor, zu messendem Erder E und Hilfserder H_2 sowie den festen Widerständen R_4 und R_1 (Abb. 2). Als Nullinstrument dient ein Gleichstrom-Drehspulgalvanometer, dem der Strom über einen Stromwender zugeführt wird. Dieser sitzt auf der gleichen Welle wie der Anker des Induktors. Die Abgleichung der Ströme I_1 und I_2 in Haupt- und Hilfskreis geschieht wie folgt: Der Umschalter vor dem Nullinstrument wird nach links gestellt. Widerstand R_3 wird verstellt, bis die beiden entgegengesetzt zueinander gerichteten Spannungen $I_1 R_1$ und $I_2 R_2$ gleich sind und das Instrument keinen Ausschlag zeigt. Da die Widerstände R_1 und R_2 gleich sind, sind dann auch die beiden Ströme I_1 und I_2 gleich. Der in den Hilfskreis geschaltete Potentiometer-Widerstand R_v ist ebenso groß wie der Widerstand R_4 gewählt. Legt man nun den Umschalter des Galvanometers nach rechts, so kann man durch Verändern des Potentiometer-Widerstandes R_v den Spannungsabfall zwischen Haupterder E und Hilfsonde H_1 kompensieren und den gesuchten Erdungswiderstand R_E des Haupterders unmittelbar in Ohmwerten am Potentiometer-Widerstande ablesen, es ist $R_E = R_x$. Die Schaulinie des Spannungsgefälles zwischen Haupterder E und Hilfserder H_2 verläuft am Orte der Hilfsonde H_1 hinreichend flach, um eine genaue Messung zu gewährleisten. Das Verfahren hat den Vorteil, sowohl gegen Gleich- wie Wechselstörströme unempfindlich zu sein. Die Drehzahl des Induktors spielt keine Rolle. Bei den niedrigen verwendeten Spannungen kann keine Gefährdung des Messenden eintreten. Das kleine Gerät, das von der NORMA-Instrumentenfabrik, Wien, hergestellt und vertrieben wird, hat die Abmessungen 205 · 335 · 190 mm und wiegt 6,6 kg. Es ist umschaltbar auf zwei Meßbereiche bis 250 Ω und 25 Ω und auch zur Messung von Drahtwiderständen benutzbar. Die Meßergebnisse hängen nur in sehr geringem Maße von den Eigenwiderständen des Hilfserders H_2 und der Sonde H_1 ab. (J. Gerstbach, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50, S. 369.) *W. Es.*

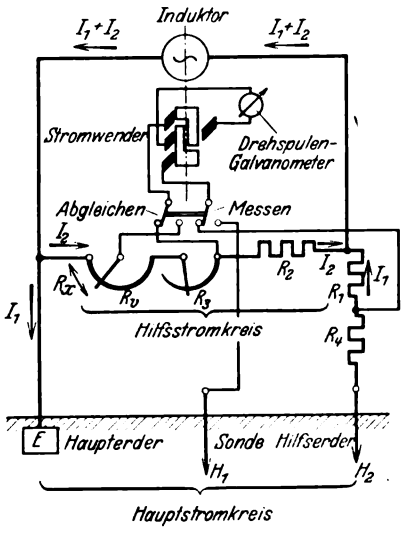


Abb. 2. Messung des Erdungswiderstandes.

Beleuchtung.

Amerikanische Prüfvorschriften für Leuchten. — Von dem Committee on Lighting Service of the IES werden Prüfbestimmungen für diffuse geschlossene Glasleuchten, geschlossene Flutleuchten mit Spiegelreflektoren und asymmetrische Schaufensterreflektoren aufgestellt. Die Bestimmungen erstrecken sich auf die Auswahl der Prüflinge, die Festlegung der wichtigen Abmessungen und

Digitized by Google

Einzelheiten der Leuchten sowie auf ihre lichttechnische Ausmessung und deren Auswertung. Die Prüfung soll von einem unparteiischen Laboratorium vorgenommen werden. Der Prüfbericht erhält den Vermerk, daß die Prüfung nach den Bestimmungen der IES vorgenommen wurde.

1. Diffuse geschlossene Glasleuchten. Es sind der Gesamtlichtstrom, die Lichtverteilung (bei rotierender Leuchte, Grenzentfernung 3 m) und die Leuchtdichte an bestimmten Punkten der Leuchte und unter bestimmten Richtungen zu messen. Der Prüfbericht soll an lichttechnischen Angaben enthalten den Gesamtlichtstrom der Leuchte, die Lichtverteilung für die Leuchte in einer Zahlentafel und in der Polarkurve, die Leuchtdichten, die Lichtverteilungskurve der nackten Lampe, die Lichtströme verschiedener Raumwinkel für die Leuchte und die nackte Lampe, den Gesamtlichtstrom der nackten Lampe und den Wirkungsgrad der Leuchte.

2. Geschlossene Flutleuchten mit Spiegelreflektoren. Hierbei ist die Lichtstärke über den ganzen Strahlenkegel (Meßentfernung mindestens 30 m) durch Messung an insgesamt etwa 100 Punkten, ferner die Lichtstärke des Streulichtes durch Messung in 8 durch die optische Achse gehende Ebenen von 5 zu 5 ° zu bestimmen. Um Fehler durch etwaige Lichtschlieren zu vermeiden, soll am Photometer ein Lichtauffangsystem verwendet werden, das den Lichtstrom über ein Quadratgrad integriert. Der Prüfbericht soll an lichttechnischen Angaben enthalten die Lichtstärkeverteilung im Querschnitt des Strahlenkegels in einer Zahlentafel und in den Isokerzenkurven mit der Begrenzung des Strahlenkegels bei 10 % des Mittelwertes der 10 höchsten gemessenen Lichtstärken, die Lichtstärkekurven der beiden Hauptebenen (horizontale und vertikale), die maximale Lichtstärke, die Streubreite horizontal und vertikal sowie den Wirkungsgrad der Leuchte bezogen auf den Lichtstrom des Strahlenkegels und auf den Gesamtlichtstrom der Leuchte.

3. Asymmetrische Schaufensterleuchten. Durch Messungen sind der Gesamtlichtstrom sowie die Lichtverteilung in 5 Meridianebenen zu bestimmen. Der Prüfbericht soll an lichttechnischen Angaben enthalten den Gesamtlichtstrom der Leuchte, die Lichtverteilung in den 5 Meridianebenen in einer Zahlentafel und in den Polarkurven, den Lichtstrom für verschiedene Raumwinkel in Prozenten des Lichtstromes der nackten Lampe sowie je ein Lichtverteilungsdiagramm für die Bodenfläche und die Rückwand des Schaufensters (die Fläche aufgeteilt in einzelne kleine Quadrate).

Zur Auswertung der Meßergebnisse enthält die Abhandlung eine Reihe von Zahlentafeln über Konstanten bzw. Umrechnungsfaktoren. (Trans. Illum. Engng. Soc. Bd. 28, S. 479.) *Zmm.*

Heizung. Öfen.

Zur Theorie der eisenlosen Induktionsöfen. — Da die Ergebnisse der unter Zugrundelegung unendlicher Länge abgeleiteten Theorie der eisenlosen Induktionsöfen bei den in der Praxis vorkommenden Öfen von den Versuchsergebnissen stark abweichen, hat R. Rădulet eine Untersuchung über den Einfluß ihrer Länge auf die Vorgänge bei ausgeprägter Hautwirkung angestellt. Das kurze Schmelzgut wird durch eine entsprechende parallelebene, quasistationär behandelte Anordnung ersetzt; hierauf und auf der Theorie des „unendlich langen" Ofens fußend, werden mittels des komplexen Poyntingschen Vektors der Widerstand und die innere Reaktanz des kurzen Schmelzgutes abgeleitet. Ist R der Widerstand und X_i die innere Reaktanz des Einsatzes und deutet man mit den Indizes u und k die bei Zugrundelegung des unendlich langen und des kurzen Einsatzes ermittelten Werte bei unendlich langer Spule an, so kann der Unterschied zwischen alter und neuer Theorie durch den Formfaktor $k_f = R_k/R_u$ und den Felddeformationsfaktor $k_d = X_{i_k}/X_{i_u}$ gekennzeichnet werden. Sind a in cm der Halbmesser und L in cm die Länge des Schmelzgutes, so folgt:

$$k_f = 1 + \frac{8a}{\pi L}\ln(\sqrt{1+p}+\sqrt{p}), \quad k_d = \frac{4a}{\pi L}p,$$

wo p die Lösung der folgenden Gleichung ist:

$$\frac{\pi L}{4a} - |\sqrt{p}+p^2|\ln(\sqrt{1+p}+\sqrt{p}) = 0.$$

Es seien einige Werte der recht beträchtlichen Korrektionsfaktoren k_f und k_d mitgeteilt:

$\frac{\pi L}{4a}$	0,5	2	3
k_f	4,454	2,291	1,958
k_d	1,900	1,425	1,324

Im weiteren wird der Einfluß der Spulenlänge auf Widerstand, innere und äußere Reaktanz des Einsatzes bestimmt und letztere Größen für die kurze Spule berechnet.

Die experimentelle Prüfung der Formeln wird an Hand eines Laboratoriumsofens für 15 Kupfer- und 15 Aluminiumzylinder verschiedener Größe und Form vorgenommen. Die berechneten Reaktanzwerte stimmen bis auf etwa 1 % mit den experimentell ermittelten überein, die Widerstandswerte des Schmelzgutes wesentlich besser als die nach der alten Theorie berechneten. Auf der entwickelten Grundlage werden die mit dem allgemeinen Verhalten und der Vorausberechnung der eisenlosen Induktionsöfen zusammenhängenden Fragen erörtert. (R. Rădulet, Dissertation T. H. Zürich 1930.) *Sb.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Elektrischer Vorortbahnbetrieb in Dänemark. — Die Dänischen Staatsbahnen stellen zur Zeit die im Lageplan, Abb. 3, angegebenen Vorortbahnen von Kopenhagen auf elektrischen Betrieb mit 1500 V Gleichstrom um. Die Arbeiten umfassen insgesamt 38 km doppelgleisige Strek-

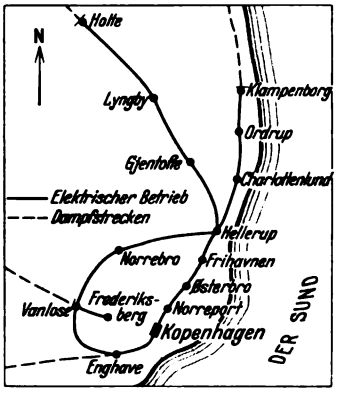


Abb. 3. Lageplan.

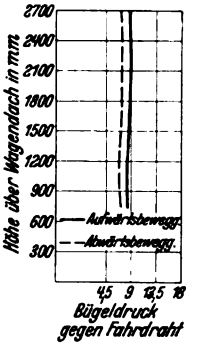


Abb. 4. Druck-Hub-Kurve des Stromabnehmers.

ken nebst Abzweigungen. Der Drehstrom von 10 kV und 50 Hz wird in 4 Unterwerken, deren elektrische Ausrüstung in der Hauptsache von der ASEA (Schweden) und von BBC (Schweiz) stammt, mit Gleichrichtern in Gleichstrom 1650 V umgeformt. Der Fahrpark besteht aus 52 Trieb- und 21 Beiwagen. Die Züge setzen sich aus 1 und 2 Einheiten zusammen; jede Einheit besteht aus je einem vierachsigen Triebwagen am Zugende und einem vierachsigen Beiwagen in der Mitte und faßt 250 Reisende, bei einem Gesamtgewicht von 150 t. Der Triebwagen hat vier 120 kW-, 750 V-Motoren mit Eigenlüftung, je zwei dauernd in Reihe, deren Abmessungen nach den British-Standard-Vorschriften gewählt sind. Die Beschleunigung, die beim bisherigen Dampfbetriebe nur 0,15 m/s² betrug, wird auf 0,5 m/s² erhöht. Die Scherenstromabnehmer erhielten eine neuartige Federanordnung, die sich durch größte Gleichmäßigkeit des Anpreßdrucks bei erheblicher Höhenverstellung auszeichnet, wie Abb. 4 zeigt. Die Wagenstromkreise sind außer durch eine Röhrensicherung durch einen Schnellausschalter gesichert, der in Verbindung mit der Nockenschaltwalze arbeitet. Bei ausgeschaltetem Motorstrom, in der Nullstellung der Schaltwalze, ist der Schnellausschalter ebenfalls geöffnet. Er schließt beim Andrehen der Schaltwalze und öffnet bei Überstrom sowie beim Betätigen einer Auslösespule seitens des Führers, wobei anderseits die Schaltwalze selbsttätig in die Nullstellung zurückkehrt. Die Schaltwalze steuert selbsttätig unter dem Einfluß von Stromwächtern im Motorkreise. Sie schaltet bei Reihenschaltung in Stromsprüngen von 200 ··· 230 A je Motorkreis, bzw. von 130 ··· 150 A in Parallelschaltung beider Triebwagen-Motorkreise. Bei schmierigen Schienen kann durch eine Anzapfung am Stromwächterrelais eine geringere Anfahrbeschleunigung eingestellt werden. Die Totmannkurbel am Führerschalter löst beim Loslassen nach 6 s die Knorr-Lambertson-Druckluftbremse aus. Steuer- und Lichtstrom wird je Wagen von

Digitized by Google

einem 1,8 kW-, 150/65 V-Motor-Generatorsatz geliefert, der mit den Sätzen in den andern Wagen parallel auf eine gemeinsame Niederspannungsanlage arbeitet. Eine 24 V-Batterie speist eine Notbeleuchtung. Die in 3 Stufen regelbare Heizung wird durch 30 elektrische Rippenheizkörper je Wagen besorgt, die zu 12 in Reihe an 1500 V liegen. Jeder Motorwagen speist zugleich die ihm benachbarte Hälfte des Beiwagens unmittelbar über Starkstromkupplungen. Ein Relais öffnet während der Anfahrperiode die Heizstromkreise, um die Stromspitzen während des Anfahrvorganges etwas zu brechen. Die elektrische Ausrüstung der Fahrzeuge entstammt den Bradford-Werken der English Electric Co., während der wagenbauliche Teil von dänischen Firmen geliefert wird. Die Strecke Kopenhagen—Klampenborg wird als erste gegen Ende 1933 fertig umgebaut sein. Mit dem endgültigen Ausbau hofft man 1935 zum Abschluß zu kommen. (Engineering Bd. 134, S. 639; Bd. 135, S. 476.) *Mal.*

Amerikanische Lokomotiven für UdSSR. — Von der General Electric Co. sind im vorigen Jahre für UdSSR 8 Stück elektrische Lokomotiven Bauart Co + Co für 3000 V Gleichstrom geliefert und in Betrieb gesetzt worden. Zwei Lokomotiven davon wurden vollständig in Amerika fertiggestellt; für die übrigen Lokomotiven wurden die Motoren in Fabriken der UdSSR angefertigt. Die Lokomotiven verkehren auf dem 60 km langen steigungsreichen Abschnitt der Strecke Baku—Batum der Transkaukasischen Bahn zwischen den Stationen Chaschuri und Sestafoni und versehen Güter- und Personenzugdienst.

Die hauptsächlichsten Lokomotivdaten.

Stromart	Gleichstrom 3000 V
Länge über Puffer	16 400 mm
Dachhöhe	4 300 „
Höhe bis zum niedergelegten Stromabnehmer	4 825 „
größte Breite	3 240 „
Gesamtachsstand	12 200 „
Gesamtachsstand eines Drehgestells	4 200 „
kleinster Krümmungshalbmesser	150 m
Treibraddurchmesser	1 200 mm
elektr. Ausrüstung vollst.	51 300 kg
Motoren ohne Zahnräder	25 300 „
Zahnräder	7 400 „
mechanischer Teil	67 800 „
Druckluftausrüstung einschl. Luftpumpen	4 700 „
Baugewicht	123 800 „
Ballast	8 200 „
Dienstgewicht	132 000 „
Achsdruck	22 000 „
unabgefedertes Gewicht je Achse	5 800 „

Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 65 km/h. Die Lokomotiven sind mit Nutzbremsvorrichtung versehen. Das Laufwerk besteht aus zwei dreiachsigen Drehgestellen, die mit Hilfe einer Gelenkkupplung verbunden sind. Der Drehgestellrahmen besteht aus gewalzten Stahlblechen von 100 mm Stärke und etwa 750 mm Breite. Als Querverbindungen des Rahmens sind Stahlgußstücke genommen, die mit dem Rahmen durch gedrehte Bolzen verschraubt sind und gleichzeitig zur Aufhängung der Motoren und als Führungskanäle für die Belüftung der Motoren dienen. Die Kühlluft wird von den im Maschinenraum aufgestellten Ventilatoren durch eine Bodenöffnung in die Traverse gedrückt und von hier aus durch eine seitliche Öffnung weiter in die Fahrmotoren.

Die Wände der Führerstände sind zum Schutz gegen Kälte mit Filz ausgekleidet. Die Druckluftbremse System Westinghouse ist so ausgelegt, daß sie bei 3,5 at (im Bremszylinder) 75 % des Reibungsgewichtes abzubremsen vermag.

Der Stundenstrom der Motoren beträgt 250 A bei 1500 V; die Erwärmung darf bis 120 ° C (Widerstandsmessung) steigen. Die Motoren arbeiten auf ein doppelseitiges Vorgelege mit einem Übersetzungsverhältnis 1 : 4,45. Für die Steuerung der Lokomotiven sind folgende Schaltungen vorgesehen:

1. Alle 6 Motoren hintereinander; dabei hat man folgende Stellungen: 15 Widerstandstufen, 3 Dauerstufen, u. zw. eine bei vollem und zwei bei geschwächtem Feld (15 W + 1 D + 2 D).
2. Drei Motoren hintereinander und zwei Gruppen parallel. Dabei ist die Stufenzahl 10 W + 1 D + 2 D.
3. Zwei Motoren hintereinander und drei Gruppen parallel. Dabei ist die Stufenzahl 8 W + 1 D + 2 D.
4. Bei Nutzbremsung sind alle drei Schaltungen möglich (außer Feldschwächung). Bei jeder Schaltung sind 15 Widerstandstufen und eine Dauerstufe vorgesehen. Insgesamt hat der Fahrschalter 42 Fahrstufen und 48 Bremsstufen. Die Lokomotiven sind mit Schützensteuerung versehen und können in Zugsteuerung gefahren werden.

(Electritchestvo 1931, S. 590; Gen. electr. Rev. Bd. 35, S. 17.) *Brr.*

Bergbau und Hütte.

Der Zeitstaffelschutz durch Überstromrelais in Strahlennetzen unter Tage. — In Bergwerksbetrieben wird die Entstehung von Erd- und Kurzschlüssen durch Druck- und Zugbeanspruchungen infolge der veränderlichen Gebirgsverhältnisse, ferner durch mechanische Beschädigungen bei den häufigen Bauarbeiten begünstigt, deren zerstörende Wirkungen möglichst sofort eine selbsttätige Abschaltung des fehlerhaften Anlageteiles erforderlich machen. Der Schutz erstreckt sich auf 1. zwei- und dreipoligen Kurz- und Erdkurzschluß, 2. Erdschluß, wenn der Erdschlußstrom den Ansprechwert übersteigt, 3. Gesellschaftserdschluß und 4. starke Überlastung bei stromabhängigen Relais. In Gruben ist die strahlenförmige Netzgestaltung mit vereinzelten Parallelleitungen noch am häufigsten, und es läßt sich mit dieser billigsten Leitungschutzart im allgemeinen ein ausreichender Leitungschutz erzielen. Strahlennetze sind in bezug auf Leitungschutz dadurch gekennzeichnet, daß in den Leitungen Betriebsleistung und Kurzschlußleistung immer gleich gerichtet sind. Der Zeitstaffelschutz durch stromabhängige Überstromrelais beruht auf der Tatsache, daß die Betriebstromstärke der Leitungen und demnach auch die Leitungsquerschnitte (auf die gleiche Netzspannung bezogen) von der Kraftquelle zum Verbraucher abnehmen, während der Kurzschlußstrom von der Kraft- bis zur Fehlerquelle die gleiche Größe aufweist. Die einzelnen Leitungsabschnitte werden also durch den Kurzschlußstrom verschieden überlastet, am stärksten der Abschnitt mit der Fehlerstelle, am schwächsten derjenige nahe der Kraftquelle. Dementsprechend löst das dem schadhaften Anlageteil vorgeschaltete Relais zuerst aus, ehe die übrigen in derselben Kurzschlußbahn liegenden abgelaufen sind. Die Einstellung der Auslösestromstärke der Überstromrelais richtet sich nach der Überlastung, die man dem zu schützenden Anlagenteil zugestehen will. Im allgemeinen bewegt sie sich zwischen dem 1,2- und dem 2fachen Normalstrom. Die Einstellung der Auslösezeit erfolgt mit Rücksicht auf die Erzielung eines Zeitstaffelschutzes nach den Kurzschlußströmen, die in dem von dem Relais zu schützenden Anlagenteil auftreten können. Es ist zu beachten, daß für die Relaiseinstellung der geringstmögliche Kurzschlußstrom maßgebend ist, der wesentlich von der Größe der Vorbelastung abhängt, da sich hiernach der Erregerzustand des Generators bestimmt. Bei geringer Belastung wie zur Nachtzeit wird der an derselben Netzstelle zu erwartende Kurzschlußstrom geringer sein als in den Tagesbetriebstunden mit höherer Belastung. Die kürzeste Auslösezeit soll möglichst nicht unter 1 s, auf keinen Fall aber geringer als 0,5 s sein. Auch die Unterschiede in den Auslösezeiten der hintereinander liegenden Relais sollten nicht kleiner als 1 s gewählt werden, wenn möglich größer zwecks Erhaltung der Wirksamkeit der Staffelung bei schwankender Belastung, und um mit Rücksicht auf die Schaltereigenschaften Falschauslösungen zu vermeiden. Bei den gering ausgedehnten Zechenkraftwerken wird man wohl in allen Fällen mit einer geringen Staffelzahl auskommen.

Die stromabhängigen Überstromrelais haben infolge ihrer Zeitcharakteristik den Vorteil, daß sie bei Fehlern in der Nähe der Kraftquelle in erheblich kürzerer Zeit abschalten. Bei unabhängigen Überstromrelais werden die Auslösezeiten willkürlich in geeigneten Zeitabständen von der Fehler- zur Kraftquelle gestaffelt. Die Auslösung findet immer zu der eingestellten Zeit bei Erreichen oder Überschreiten des eingestellten Stromes statt. Hieraus ergibt sich auch der Nachteil, daß bei nur wenig den Ansprechwert übersteigender Belastung, die ohne Beschädigung ertragen werden könnte, unnötigerweise eine Abschaltung der betreffenden Leitung nach Ablauf der eingestellten Arbeitszeit eintritt. Die begrenzt abhängigen Relais weisen eine Verbindung der Auslösecharakteristik der stromabhängigen und -unabhängigen Überstromzeitrelais auf.

Bei der Errichtung eines Zeitstaffelschutzes wird man Relais gleicher Charakteristik wählen müssen, weil man nur hierbei die Forderung erfüllen kann, daß sich die Zeitkennlinien der in einem Leitungstrang hintereinander liegenden Relais nicht überschneiden. Es sind im allgemeinen die Leistungschalter zum Überstromschutz der Leitungen mit Überstromzeitrelais ausgerüstet. Ob aber die vorhandenen Einrichtungen zum Staffelschutz

Digitized by Google

ohne weiteres benutzt werden können, kann erst durch eine Durchrechnung des Netzes auf Kurzschlußströme festgestellt werden. Die Durchführung der Staffelung setzt voraus, daß die Einstellwerte für Auslösestrom und -zeit mit den tatsächlichen Auslösewerten möglichst übereinstimmen, ferner, daß bei stromabhängigen Relais die Zeitkennlinie jedes Schutzrelais genau bekannt ist, weil sonst ein wirksamer Zeitstaffelschutz nicht erzielt wird und Falschauslösungen bei den mit Rücksicht auf den Leitungschutz absichtlich eingestellten langen Ablaufzeiten der Relais in der Nähe der Kraftquelle u. U. schwerwiegende Folgen haben können. Deshalb ist es notwendig, vor der erstmaligen Einstellung wie auch in bestimmten Zeitabständen und vor allen Dingen vor jeder Änderung der Betriebsverhältnisse auf eine Prüfung aller die Zeitstaffelung bedingenden Relaisverhältnisse einzugehen. (H. Koch, Glückauf Bd. 68, S. 280.)

Sgm.

Kratz- und Mattenbänder. — Das Bedürfnis nach einem leicht beweglichen Förderer für den Bergbau liegt schon seit langem vor. Im Steinkohlenbergbau wurde es im besonderen beim Auffahren breiter Strecken unter Mitführung von Bergedämmen stets sehr lästig empfunden, daß man das gewonnene Gut mehrmals in teuerer Handarbeit umschaufeln mußte, ehe es in den Förderwagen verladen werden konnte. Hier bringt das Kratzband eine große Erleichterung, die zur wesentlichen Leistungsteigerung und Erhöhung der Verhiebgeschwindigkeit beiträgt. Das Kratzband besitzt den großen Vorteil, daß es vom Einfallen unabhängig ist. Es ist also für söhlige, einfallende und auch ansteigende Förderung geeignet. Weiter kann es mit Erfolg zur Überbrückung kleinerer Sprünge und Störungen im Strebbau dünner und mittlerer Flöze verwendet werden, zu deren Überwindung durch die Rutsche es notwendig war, das Liegende in teuerer unproduktiver Arbeit nachzureißen, um der Rutsche einen sanften Übergang von einer Bank in die andere zu ermöglichen. Durch das Einsetzen des Kratzbandes wird man in die Lage versetzt, den Sprung auf dem kürzesten Wege zu überwinden. Im Salzbergbau wird das Band mit Erfolg als Zubringer für die in der Mitte der Firste verlegte Rutsche eingesetzt. Es erspart auf diese Weise das öftere Umpumpen der seitlich liegenden Salzmengen vom Stoß bis zur Rutsche.

Denselben Zweck wie ein Kratzband erfüllt ein Mattenband, Bauart Fröhlich & Klüpfel. Dieses Band besteht aus einer Matte aus Maschendraht, die über eine Blechplatte gezogen wird. Das Band, das nur in 6 cm Höhe über der Sohle sich befindet, wird durch einen 5 PS starken Elektromotor angetrieben, der an der einen Seite des Bandes in der Nähe des Austragendes eingebaut ist; an der anderen Seite läuft das Band in der üblichen Weise über eine Umkehrrolle. Die bisher mit den Mattenbändern gemachten Erfahrungen sind gute. Sie besitzen gegenüber dem Kratzband z. B. den Vorteil der niedrigen Bauhöhe, was besonders für geringmächtige Flöze von Bedeutung ist. *Sgm.*

Fernmeldetechnik.

Großes Fernseh-Entwicklungsprogramm der Deutschen Reichspost. — Bei einer Besprechung im Reichspostministerium am 16. X.[1], an der auch Vertreter des Ministeriums für Volksaufklärung und Propaganda, der Reichs-Rundfunkgesellschaft und der deutschen Fernsehindustrie teilnahmen, gab der Vorsitzende, Ministerialdirektor Gieß, bekannt, welche Maßnahmen zur Weiterentwicklung des Fernsehens die Deutsche Reichspost für die nächste Zeit plant. Es wurde Übereinstimmung erzielt, daß zur weiteren Verbesserung der Bildgüte die Versuchsbilder in 180 statt bisher 90 Zeilen aufgeteilt werden sollen. Die Wiederholung der Bilder, 25mal in der Sekunde, wird zunächst beibehalten werden. Die Deutsche Reichspost wird den vorhandenen Ultrakurzwellen-Sender mit Beschleunigung für die neuen Normen umbauen, was etwa 2 ··· 3 Monate in Anspruch nehmen wird. Bis zu diesem Zeitpunkt wird die Fernsehindustrie eine Reihe von Empfangsgeräten fertiggestellt haben, mit denen sich diese Sendungen aufnehmen lassen. Außerdem hat die Deutsche Reichspost einen zweiten Ultrakurzwellen-Sender in Auftrag gegeben, um neben dem Bild auch gleichzeitig den Ton auf zwei getrennten Wellen von etwa 7 m Länge übertragen zu können. Dieser Sender wird voraussichtlich im April fertig werden. Dann können Tonfilme mit den Versuchsempfängern aufgenommen werden. Ferner beschafft die Deutsche Reichspost ein Fernseh-Abtastgerät, damit neben Filmen auch Personen und Szenen übertragen werden können; dadurch

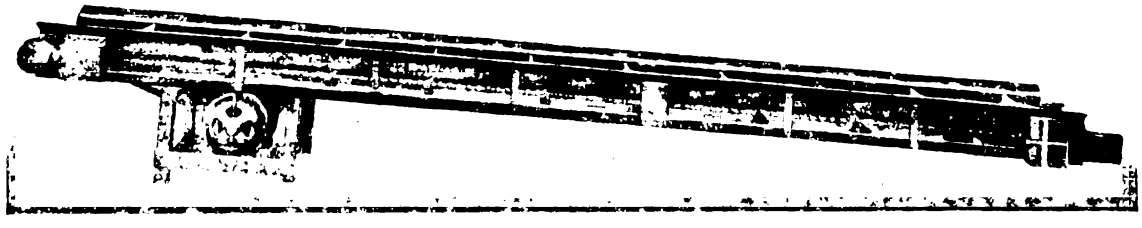


Abb. 5. Demag-Kratzband mit elektrischem Antrieb.

Kratzbänder (Abb. 5) bestehen im wesentlichen aus der Förderrinne, der Antriebstation, der Umkehrstation und der Kratzkette mit Mitnehmer und Kratzeisen. Der Antrieb erfolgt durch einen Elektromotor unter Verwendung eines geeigneten Drehzahlminderers. Der Motor überträgt seine Leistung durch eine kräftige Rollenkette auf die Antriebswelle der Kratzerkette. Zwischen Kettentrieb und Antriebswelle ist eine nachstellbare Rutschkupplung eingeschaltet, die den Antrieb nachgiebig gestaltet und die Ketten vor Überlastungen schützt. In ähnlicher Weise wie beim Rutschenbetrieb kann das Band bei kleineren Leistungen unter Verwendung desselben Antriebsmotors durch Ankuppeln von einem oder zwei Verlängerungsbändern, bestehend aus Mulde und Kratzerkette, in einfachster Weise auf die doppelte oder dreifache Länge gebracht werden. Bei größeren Leistungen verwendet man jedoch zweckmäßig mehrere Bänder mit Einzelantrieben und kann dann diese Bänder in Krümmungen verlegen und mit ihnen um die Ecke fördern. Die Länge des Kratzbandes sowie des Verlängerungsbandes beträgt 4 m. Das Gewicht des Kratzbandes einschließlich Elektromotor beträgt etwa 300 kg, das des Verlängerungsbandes einschließlich Kratzerkette 175 kg. Die Leistung eines solchen Bandes ist im allgemeinen von der Art des zu fördernden Gutes unabhängig. Für Kohle, Salz, Erz und Berge ist es in gleicher Weise geeignet. Abhängig ist die Leistungsfähigkeit des Kratzbandes von der Neigung, unter der das Band ansteigend fördern soll.

lassen sich die Versuchsprogramme wesentlich bereichern. Auch die Erweiterung der Sendezeiten für Ferndarbietungen ist vorgesehen; voraussichtlich werden an mehreren Tagen der Woche dreimalige Versuchsendungen stattfinden. Die Zwischenzeit wird die Deutsche Reichspost für Versuche mit den verschiedenen Empfangs- und Sendearten, über die Reichweite der Ultrakurzwellen-Sendungen, mit Übertragungen auf Kabelleitungen und mit Dezimeter- und Zentimeterwellen ausnutzen. Sobald Zwischenfilmsender und -empfänger so weit entwickelt sein werden, daß damit eine einwandfreie Übertragung und Aufnahme von Freilichtszenen gewährleistet erscheint, wird die Deutsche Reichspost auch Apparate dieser Art für die Weiterentwicklung des Fernsehens einsetzen. Wenn auch die Versuchsendungen zunächst nur für einen kleinen Kreis von Fachleuten und Bastlern bestimmt sind, verfolgen sie doch das Ziel, das Fernsehen sobald wie möglich in das Rundfunkprogramm einzugliedern und Deutschland den Vorsprung zu erhalten, den es durch die Bemühungen der Deutschen Reichspost in Zusammenarbeit mit der Industrie auf dem Gebiete des Fernsehens vor den anderen Ländern Europas errungen hat. *of*

Ein Kompensationsmikrophon sehr kleiner Abmessung. — Durch Umbau eines Siemensschen Schwerhörigentelephons wird ein sehr kleines Kompensationsmikrophon gewonnnen. Die Kompensationskraft wird

[1] Kurzer Bericht hierüber bereits in ETZ 1933, S. 1079.

Digitized by Google

durch das normale magnetische System ausgeübt, während zur Feststellung des Stillstandes der Membran die Kapazitätsänderung durch die Membranschwingung in der Rieggerschen Hochfrequenzschaltung nachgewiesen wird. Die Empfindlichkeit des neuen Mikrophons soll die Empfindlichkeit eines Kondensatormikrophons normaler Größe beträchtlich übersteigen. (W. Geffcken, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 10, S. 39.) *Gzr.*

Lautstärke von Geräuschen und Lautstärkemessung. — Zwei wichtige und inhaltsreiche Arbeiten behandeln den Zusammenhang zwischen Schallstärke und Lautstärke von Geräuschen. Hierbei ist nach den neueren Festsetzungen[1] unter Schallstärke die physikalisch meßbare Schalleistung und unter Lautstärke die physiologische Lautstärkeempfindung verstanden.

Nach der ersten Arbeit (H. Barkhausen u. U. Steudel), die die Ergebnisse der zweiten Arbeit (U. Steudel) im Zusammenhang mit der bisherigen Auffassung von der Lautstärkeempfindung von Geräuschen behandelt, ist die alte Theorie nicht mehr zu halten, wonach für die Lautstärke eines nicht sinusförmigen Tones der sich durch die Fouriersche Zerlegung und die Ohrempfindlichkeitskurve ergebende subjektiv lauteste Teilton maßgebend ist. Namentlich zeigen sich bei kurzzeitigen Knacken sehr starke Abweichungen von diesem Gesetz. Z. B. ergibt sich, daß ein 50mal in der Sekunde sich wiederholender Impuls von der Form einer einzigen Halbwelle eines 1000 Hz-Tones ebenso laut empfunden wird wie ein dauernder 1000 Hz-Ton, obwohl die 1000 Hz-Komponente des Impulses 40mal kleiner ist als die Amplitude des 1000 Hz-Tones.

Als Ergebnis der Untersuchungen an Knacken wird folgender Satz aufgestellt, der als Impulsformel oder Flächensatz bezeichnet wird: Die Lautstärke eines Knackes ist proportional der Fläche unter der Druckkurve in $3 \cdot 10^{-4}$ s. Dieses neue Gesetz wird an Hand zahlreicher Messungen besprochen und auch ein Gerät angegeben, das die Lautstärke von Knacken richtig zu messen gestattet. (H. Barkhausen u. U. Steudel, Z. Hochfrequenztechn. Bd. 41, S. 115; U. Steudel, ebenda, S. 116.) *Grz.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

In einem Mehrphasensystem übertragene Ströme und Spannungen. — Ein Teil eines stark vermaschten Netzes wird herausgenommen, und auf diesen Teil werden die beiden Kirchhoffschen Gesetze $\sum \mathfrak{J} = 0$; $\sum \mathfrak{E} = 0$ angewendet. Damit nach der „Absonderung" des betrachteten Teiles das Gleichgewicht bestehen bleibt, müssen widerstandslose EMKe eingeführt werden, die für den abgesonderten Teil generatorisch, für den Restteil motorisch wirken. Die Gleichungen der EMKe und der sie durchfließenden Ströme werden ermittelt. Dadurch ist es möglich, beide Netzteile für sich zu behandeln. — In einem Beispiel wird die Berechnung der übertragenen Leistung eines mehrphasigen Systemes mit Hilfe dieser Erkenntnisse gezeigt und zum Schluß dargelegt, wie aus dem positiven oder negativen Ausschlag der Wattmeter auf die Richtung des Energieflusses geschlossen werden kann. (S. Fryze, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 49, S. 909.) *Kd.*

Kupferoxydul-Photozellen. — Bei der Kupferoxydul-Photozelle[2] entstehen die Photoelektronen in dem Halbleiter zwischen den Elektroden oder an der Oberfläche der Elektroden. Nach W. Schottky enthält eine solche Zelle eine Sperrschicht, eine Schicht von sehr geringer Dicke, die in einer Richtung einen sehr hohen Widerstand besitzt, an der Grenze von Kupferoxydul und Kupfer. Es ist daher anzunehmen, daß alle Photoelektronen, die innerhalb der beiden Medien ausgelöst und wieder absorbiert werden, kaum einen Beitrag zu einem spontanen Photostrom liefern, daß dagegen die Elektronen, die vor ihrer Wiederabsorption die Sperrschicht durchquert hatten, die wirksame Quelle eines äußeren Photostroms sein können. Um die Frage zu klären, ob es sich tatsächlich um eine spezifische Wirkung des Lichts in unmittelbarer Nähe der Sperrschicht handelt, wurde die Abhängigkeit des Photostroms von der Lage eines schmalen Lichtstrichs zu einem als Gegenelektrode dienenden parallelen schmalen Goldstrich untersucht. Es ergab sich, daß der Photostrom mit wachsender Entfernung vom Elektrodenrand nach einem Exponentialgesetz abnimmt. Die Abklingstrecke, innerhalb welcher der Photostrom auf 1/e sinkt, hat die Größenordnung von einigen Millimetern. Sie läßt sich unter der obigen Annahme berechnen zu $\xi = \sqrt{\sigma/w}$, wo σ den Sperrwiderstand je cm², w den Längswiderstand der Oxydulschicht je cm Breite und Länge bedeutet. σ und w lassen sich aus einfachen Widerstandsmessungen an der Oxydulzelle bestimmen. σ ist praktisch der Querwiderstand der Oxydulzelle mit unbegrenzter Gegenelektrode je cm²; w ist durch den spezifischen Widerstand des Oxyduls und die Dicke der Oxydulschicht gegeben. Da der spezifische Widerstand stark variiert, wird noch ein anderer Effekt zur Bestimmung von ξ herangezogen. Die starke Sperrwirkung zusammen mit der guten Leitfähigkeit des Kupferoxyduls bewirkt, daß bei einfachen Strom-Spannungs-Messungen mit begrenzter Elektrode diese um die Strecke ξ verbreitert erscheint. Der Vergleich der Widerstände von schmalen und breiten Elektroden erlaubt, die Breite dieses Randes und damit die Größe ξ durch reine Widerstandmessungen festzustellen. Berechnete und beobachtete Werte von ξ stimmen innerhalb der Fehlergrenzen von etwa 30 % überein. Damit ist nachgewiesen, daß der untersuchte Effekt tatsächlich ein „Sperrschicht-Photoeffekt" ist. (W. Schottky, Physik. Z. Bd. 31, S. 913.) *Br.*

Die Kennlinie des elektrischen Lichtbogens großer Leistung. — Beim Abschalten großer Ströme steigt die Lichtbogenspannung linear mit der Zeit an. Die Erklärung liegt darin, daß die Schaltgeschwindigkeit eines Hochleistungschalters nach Trennen der Kontakte mit großer Annäherung konstant verläuft und daß die Lichtbogenspannung linear von der Lichtbogenlänge abhängt. Der Zeitgradient p hängt von der Stromstärke im Lichtbogen ab. Bei großen Strömen in Ölschaltern baut er sich aus drei Summanden auf $p = c_1 + c_2 i + c_3 i^2$. Daraus folgt, daß auch die Ayrtonsche Gleichung eine Ergänzung für große Stromstärken erfahren muß[1],

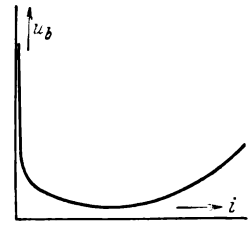


Abb. 6. Lichtbogen-Kennlinie.

$$u_b = a + b/i + c\,i^2.$$

Abb. 6 zeigt die entsprechende Kennlinie. Das quadratische Glied rührt daher, daß bei Strömen über etwa 4000 A die Eigenblasung des Lichtbogens nicht nur auf eine übersteigerte Lichtbogenlänge, sondern auch auf eine intensivere Kühlung hinwirkt, indem der Lichtbogen jetzt nicht mehr inmitten der Gasblase steht, sondern in immer wieder frisches Öl am Rande der Gasblase gepeitscht wird. (A. L. Müller, Z. techn. Physik Bd. 12, S. 399.) *Br.*

Die Grundlagen der elektrischen Gasreinigung. — Die Arbeit gibt eine zusammenfassende Darstellung der physikalischen Grundlagen der elektrischen Gasreinigung. Es werden behandelt: die Vorgänge in der Koronaentladung der Sprühdrähte, die Aufladung der Schwebeteilchen im Ionenfelde der Koronaentladung, der Einfluß elektrischer Windströmungen und der Abscheidemechanismus der Schwebeteilchen. Bei der Besprechung der Vorgänge in der Koronaentladung wird der Hauptwert auf die Art der Veränderungen gelegt, die die Gleichspannungskorona durch Oxydation, Staubansatz und Verkrustung der Sprühdrähte erfährt. Die Aufladung der Teilchen im Ionenfelde kann auf zwei Ursachen, die sich überlagern, zurückgeführt werden: einmal auf die Kraft des elektrischen Feldes und die Bildkraft zwischen einem Teilchen und einem in seiner Nähe befindlichen Ion. Hierbei ergibt sich eine Teilchenaufladung, die mit dem Quadrat des Teilchenradius anwächst. Ferner kann die Aufladung auch unter dem Einfluß der unregelmäßigen Wärmebewegung der geladenen Gasmoleküle erfolgen. Die Aufladung wird dann proportional dem Teilchenradius und hängt wesentlich von der Zeit ab, wenn auch die Aufladegeschwindigkeit ständig kleiner wird. Oberhalb eines Teilchenradius von 10^{-4} cm wird die Teilchenladung durch die Einwirkung der Feldkraft bestimmt, unterhalb dieses Teilchenradius hingegen durch die Wärmebewegung der Ionen.

Der elektrische Wind ist eine Gasbewegung, die dadurch zustandekommt, daß sich Ionen hoher Geschwindigkeit im elektrischen Feld durch das Gas bewegen und durch

[1] ETZ 1932, S. 140.
[2] B. Lange, Physik. Z. Bd. 31, S. 139 (1930); ETZ 1930, S. 1749.

[1] Vgl. a. ETZ 1931, S. 881.

Digitized by Google

Impulsübertragung bei Zusammenstößen auf das Gas eine Kraft ausüben. Die Windgeschwindigkeit wurde proportional der Wurzel aus der Stromstärke eines Glimmpunktes gefunden. Aus der Teilchenladung läßt sich nach dem Gesetz von Stokes die Geschwindigkeit der Teilchen im elektrischen Feld berechnen. Vergleicht man diese Geschwindigkeiten mit den durch den elektrischen Wind hervorgerufenen Geschwindigkeiten, so erkennt man, daß unterhalb eines Teilchenradius von $1 \cdot 10^{-4}$ cm die Windgeschwindigkeit weitaus überwiegt. Die Teilchen werden also infolge ihrer Eigenladung und der zusätzlichen Bewegung durch den elektrischen Wind hauptsächlich innerhalb der von den Glimmpunkten ausgehenden Windstrahlen gegen die Niederschlagselektrode getrieben. Hier biegt die Windströmung längs der Elektrode aus. Die Teilchen erhalten eine längs dieser verlaufende Bewegungskomponente und können nur dann abgeschieden werden, wenn ihre rein elektrische Geschwindigkeit ausreicht, den geringen restlichen Weg bis zur Niederschlagselektrode zu überwinden, bevor sie durch die rückläufige Strömung des Windes wieder von ihr abgetrieben werden. — Der Arbeit ist ein ausführliches Verzeichnis der physikalischen Literatur über elektrische Gasreinigung angefügt. (R. Strigel, Naturwiss. Bd. 19, S. 626.) *Sb.*

Verschiedenes.

Zellstimulation und Elektrizität. — Daß eine Energiezufuhr zu pflanzlichen und tierischen Organismen sich in einer komplexen Äußerung der Lebenstätigkeit, wie Fortpflanzung, Entwicklung, Wachstum, Stoffwechsel, Motorik u. a. m., offenbaren kann, muß, sofern man die Zufuhr in Art und Höhe zweckentsprechend regelt, heute als erwiesen gelten. Eine Reihe von Verfahren ist auf diesem Gebiete entstanden, deren Einführung auch im praktischen Betrieb von Erfolg war. Die vielverheißenden Versuche von S. Lemström[1] und anderen[2] über den Einfluß erhöhter Ionisation durch elektrische Spitzenentladungen auf Pflanzen erwiesen sich bei praktischer Erprobung[3] als Mißerfolg. Hingegen führte die Erprobung thermischer, strahlungsenergetischer und chemischer Verfahren auch im praktischen Betrieb zu großen Erfolgen.

Die entwicklungshemmende Wirkung elektrischer Durchströmung bzw. der damit verbundenen Erwärmung wird bei der Einsäuerung von Grünfutter zur Beeinflussung des Gärprozesses mit Erfolg angewendet[4]. Ebenso erfolgreich war die thermische Energiezufuhr auf elektrischem Wege im Gartenbau. Nicht nur elektrische Bodenheizanlagen zur absoluten Wachstumsteigerung[5], sondern auch Heizung von sog. Japans zur Temperaturkonstanthaltung[6] bei empfindlichen Blütenpflanzen erwiesen in gleicher Weise Brauchbarkeit für den Gärtner wie für den Energielieferer. Besonders erfolgreich aber war die strahlungsenergetische Beeinflussung mit elektrisch betriebenen Wärme- und UV-Strahlern in der Wachstumsbeförderung der Gartenbautechnik[7] und Hühnerzucht[8]. Schließlich gewinnen in letzter Zeit chemische Verfahren[9] zur Wachstumsförderung von Samen, vor allem von Getreide, Bedeutung. Mehrerträge von 10 ··· 70 %, Entwicklungsabkürzungen von 50 % und Beeinflussung von Entwicklungen zu bestimmtem, kaufmännisch ausnutzbarem Termin sind die heute schon, am Anfange der Entwicklung erreichten Erfolge. Die Elektrizitätswirtschaft wird den Bezug von Nachtstrom zu den neuen Verfahren zu Preisen ermöglichen, welche die Wirtschaftlichkeit sicherstellen. *Hlz.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Eine Tagung über die betriebstechnischen Fragen der Hochdruck-Dampfkraftanlagen in Moskau. — Am 18. XI. 1933 wird in Moskau eine Tagung über die betriebstechnischen Fragen der Hochdruck-Dampfkraftanlagen eröffnet. An dieser Tagung nehmen Vertreter der sowjetrussischen Kraftwirtschaft und zahlreiche ausländische, vor allem deutsche Fachleute teil. Das Programm der Tagung umfaßt folgende Vorträge:

1. „Die Entwicklung der Energiewirtschaft in der UdSSR nach dem zweiten Fünfjahresplan (1933 ··· 1937)." Ref. Prof. G. Dmitrijew (Moskau).
2. „Vergleich von Hochdruckkesseln normaler und spezieller Bauart vom Standpunkt ihrer Anwendungsmöglichkeiten in Großkraftwerken." Ref. Prof. Dr. A. Loschge (München).
3. „Die Untersuchungen russischer Forschungsinstitute über die physikalischen Eigenschaften des Wasserdampfes bei hohen Drücken und Temperaturen." Ref. Prof. A. Predwoditeljew (Moskau).
4. „Die Eigenschaften von Wasser und Dampf bei hohen Drücken und Temperaturen." Ref. Prof. Dr. E. Schmidt (Danzig).
5. „Die technisch-wirtschaftliche Bewertung von Hochdruckanlagen mit besonderer Berücksichtigung der Bemessung des Anfangdruckes und der Anfangtemperatur." Ref. Ing. B. Jakub (Moskau).
6. „Anforderungen an das Speisewasser für Hochdruckanlagen und Überwachung der Wasseraufbereitung." Ref. Dr.-Ing. A. Splittgerber (Berlin) und Ing. M. Schkrob (Moskau).
7. „Entwicklung der Feuerungstechnik in Hochdruck-Dampfkraftanlagen." Ref. Dir. A. L'Herminier (London) und Ing. M. Penny (London).
8. „Korrosionserscheinungen in Hochdruckanlagen." Ref. Prof. A. Michailow-Michejew (Moskau) und Prof. W. Ipatjew (Moskau).
9. „Creep-Erscheinungen und ihre Bekämpfung." Ref. Ing. R. Bailey (Manchester, England) und Ing. I. Cox (Manchester, England).
10. „Hochdruckkessel und -turbinen russischer Herkunft." Ref. Ing. I. Iwanow (Moskau).
11. „Schmidt-Hartmann-Kessel (Konstruktion und Verwendungsmöglichkeiten in Großkraftwerken)." Ref. Dr.-Ing. O. Hartmann (Kassel).
12. „Benson-Kessel (Konstruktion und Verwendungsmöglichkeiten in Großkraftwerken)." Ref. Generaldir. Ing. L. Herry (Gent, Belgien).
13. „La Mont-Kessel (Konstruktion und Verwendungsmöglichkeiten in Großkraftwerken)." Ref. Dr.-Ing. H. Vorkauf (Berlin).
14. „Löffler-Hochdruckkessel (Konstruktion und Verwendungsmöglichkeiten in Großkraftwerken)." Ref. Ing. K. Rochel (Witkowitz, Tschechoslowakei).
15. „Der Velox-Dampferzeuger (Konstruktion und Verwendungsmöglichkeiten in Großkraftwerken)." Ref. Dr.-Ing. W. Noack (Baden, Schweiz).
16. „Hochdruckturbinen (Konstruktion und Betrieb)." Ref. Dr.-Ing. W. Noack (Baden, Schweiz) und Dir. Ing. K. Krischker (Brünn, Tschechoslowakei).
17. „Hochdruck-Speisewasserpumpen (Konstruktion und Betrieb)." Ref. Dir. K. Weyland (Frankenthal).
18. „Armaturen und Rohrleitungen für Hochdruck-Dampfanlagen." Ref. Dr.-Ing. J. Havliček (Witkowitz, Tschechoslowakei) und Dipl.-Ing. M. Knörlein (Magdeburg).
19. „Hochdruck-Dampfüberhitzer." Ref. Dir. R. Oatley (New York).
20. „Betriebsergebnisse des Hochdruck-Heizkraftwerkes Beresniki (UdSSR)." Ref. Ing. W. Kirpitschnikow (Moskau).
21. „Betriebsergebnisse des Heizkraftwerkes des Wärmetechnischen Institutes in Moskau." Ref. J. Flaxermann (Moskau).
22. „Betriebsergebnisse des Heizkraftwerkes „TESHE" in Moskau." Ref. Ing. Bodaschkow (Moskau).
23. „Betriebsergebnisse der Hochdruckanlage Karolinenschacht. Ref. Ing. J. Havliček (Witkowitz, Tschechoslowakei).
24. „Betriebsergebnisse der Hochdruckanlage Ilse-Renate." Ref. Dr.-Ing. O. Schöne (Grube Ilse).
25. „Betriebsergebnisse der Hochdruckanlage Mannheim." Ref. Dr.-Ing. F. Marguerre (Mannheim).
26. „Betriebsergebnisse der Hochdruckanlagen St. Denis (Frankreich) und Langerbrügge (Belgien)." Ref. Gen.-Dir. Ing. L. Herry (Gent, Belgien).
27. „Betriebsergebnisse des Hochdruckkraftwerkes Brünn." Ref. Prof. V. List (Brünn, Tschechoslowakei).

Im Anschluß an die Tagung, die etwa 8 Tage dauern dürfte, sind für die Tagungsteilnehmer Besichtigungen der wichtigsten Kraftwerk-Neubauten der UdSSR (u. a. des neuen Wasserkraftwerkes am Dnjepr und der Leningrader Kraftanlagen) vorgesehen. *C. P.*

[1] S. Lemström, Erhöhung der Ernteerträge aller Kulturpflanzen durch elektrische Behandlung. Berlin 1902. ETZ 1903, S. 500.
[2] C. Lipperheide, Angew. Botanik Bd. 9, S. 562 (1927).
[3] L. J. Briggs, A. B. Campbell u. R. H. Heald, Unit. States Dep. of Agriculture Dep. Bull. Nr. 1379, Jan. 1926.
[4] ETZ 1929, S. 273. A. Vietze, Die elektrische Futterkonservierung. Verlag Julius Springer, Berlin 1925.
[5] ETZ 1932, S. 1231; 1930, S. 1449 usw.
[6] Elektr.-Verwertg. 1926/27, S. 88.
[7] ETZ 1931, S. 910; 1930, S. 1100 u. a., ferner O. Herbatschek, Lichttechn. Bd. 6, S. 33, 52 u. 61 (1929).
[8] ETZ 1930, S. 334 u. a., ferner O. Herbatschek, Lichttechn. Bd. 7, S. 17 (1930).
[9] M. Popoff, Die Zellstimulation Berlin 1931.

Digitized by Google

Energiewirtschaft.

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]. — Der Juli 1933 hat eine Zunahme der Erzeugung gegenüber dem Vormonat um insgesamt 18,4 Mill kWh (fast 2 %), arbeitstäglich aber eine Minderung um den gleichen prozentualen Betrag, und zwar um 0,8 Mill kWh, gebracht. Verglichen mit dem Juli 1932, ergibt sich eine Steigerung um 86,6 Mill kWh und je Arbeitstag um 3,4 Mill kWh (hier wie dort 9 %). Verbraucht wurden im Juni von den gewerblichen Abnehmern 1,8 Mill kWh weniger als im Mai, arbeitstäglich jedoch 0,6 Mill kWh (4 %) mehr und 33,9 Mill kWh (9 %) über den Konsum im Parallelmonat des Vorjahres, eine Erhöhung, die sich arbeitstäglich auf 2 Mill kWh (13 %) stellte. Wie das Statistische Reichsamt bemerkt, lag im 1. Halbjahr 1933 die gewerbliche Stromabgabe je 1 kW Anschlußwert im Monatsdurchschnitt um 5,7 %, der Anschlußwert um 0,4 % über dem Vergleichsstand des Vorjahres.

Monat	Von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer					
	insgesamt		arbeitstäglich		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch insgesamt Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch kWh/kW Anschlußwert	
	1933	1932	1933	1932	1933	1932	1933	1932	1933	1932
I.	1264,9	1137,8	48,6	45,5	421,1	389,5	16,2	15,6	3,39	3,29
II.	1086,2	1079,6	45,3	43,2	385,7	387,4	16,1	15,5	3,36	3,26
III.	1145,1	1058,5	42,4	42,3	408,0	385,6	15,1	15,4	3,16	3,25
IV.	1043,5	1012,7	45,4	38,9	397,0	388,8	17,3	15,0	3,63	3,14
V.	1097,6	976,8	42,2	40,7	423,5	381,4	16,3	15,9	3,42	3,33
VI.	1031,1	954,7	41,2	36,7	421,7	387,8	16,9	14,9	3,54	3,13
VII.	1049,5	962,9	40,4	37,0	.	385,2	.	14,8	.	3,11

fm.

Die internationale und deutsche Kohlenwirtschaft im Jahre 1932[2]. — Der Reichskohlenrat hat, unter Benutzung der bis Mai 1933 bei den Geschäftsführungen des Reichskohlenrates und der AG. Reichskohlenverband vorhandenen Unterlagen, „Statistische Übersichten über die Kohlenwirtschaft im Jahre 1932" zusammengestellt und kürzlich veröffentlicht.

Die gesamte Kohlenförderung der Welt betrug im Jahre 1932 rd. 1111 Mill t gegen 1251 Mill t im Vorjahr, 1558 Mill t im Jahr 1929 und 1345 Mill t im Jahr 1913. Von der Produktion des letzten Jahres entfielen rd. 940 Mill t = 77 % der Förderung von 1913 auf Steinkohle, 171 Mill t oder 132 % der Gewinnung von 1913 auf Braunkohle. Das Anteilsverhältnis hat sich weiter zuungunsten der Steinkohle verschoben; von 1913 bis 1932 ist der Anteil der Steinkohle an der gesamten Kohlenförderung von 90,4 % auf 84,6 % gesunken, während die Beteiligung der Braunkohle von 9,6 % auf 15,4 % gestiegen ist.

Von der Weltsteinkohlenförderung 1932 = 940 Mill t (1931: 1066 Mill t, 1929: 1322 Mill t) entfielen auf die wichtigeren Produktionsländer V. S. Amerika 320 Mill t (395 bzw. 550), England 213 Mill t (223 bzw. 262), Deutschland ohne Saargebiet 105 Mill t (119 bzw. 163). In Europa waren wichtigere Steinkohlenländer noch Rußland mit einer Förderung von 49 Mill t, Frankreich mit 46,3, Belgien mit 21,4, Ost-Oberschlesien mit 21,5 und Holland, das 1913 nur rd. 2 Mill t lieferte, mit 12,8 Mill t.

Die Koksherstellung der Welt bezifferte sich 1932 auf rd. 77 Mill t (1931: 95 Mill t und 1929: 144 Mill t), davon V. S. Amerika 20 Mill t (30,6 bzw. 54,3 Mill t), Deutschland 19,1 Mill t (23,2 bzw. 39,4), England 8,2 Mill t (8,6 bzw. 13,6); es folgen Rußland, Frankreich, Belgien.

An der gesamten Braunkohlenförderung der Welt in Höhe von 171,2 Mill t im Jahre 1932 (184,5 Mill t i. V. und 235,7 Mill t im Jahre 1929) waren hauptsächlich beteiligt Deutschland mit 122,5 Mill t (133,3 bzw. 174,5) und die Tschechoslowakei mit 15,9 (18,10 bzw. 22,6), ferner Ungarn mit 5,9, Jugoslawien mit 4,1, Rußland mit 4 und Deutsch-Österreich und Kanada mit je 3,1 Mill t.

Der Kohlenverbrauch in Steinkohleneinheiten, also Koks, Briketts und Braunkohlen auf Steinkohlen umgerechnet und unter Berücksichtigung der Kohlenein- und -ausfuhr betrug 1932 in V. S. Amerika 311 Mill t, England 155 Mill t, Deutschland 111 Mill t, Frankreich 75 Mill t, Rußland 55 Mill t, Belgien 26 Mill t.

Die Gesamtbelegschaft im Steinkohlenbergbau einschl. der Nebenbetriebe betrug 1932 in England rd. 802 000 Köpfe (71,1 % von 1913), in den V. S. Amerika rd. 590 000 (78,9 %), Deutschland 336 000 (65,1 %), Frankreich 261 000 (128,4 %).

Deutschland: An der deutschen Jahresförderung an Steinkohlen waren die einzelnen Reviere im Jahre 1932 (und in den Jahren 1931 und 1929) folgendermaßen beteiligt: Ruhr einschl. Linksrhein mit 73,3 Mill t (85,6 und 123,6), West-Oberschlesien mit 15,3 (16,8 und 22), Aachen mit 7,4 (7,1 und 6,0), Niederschlesien mit 4,2 (4,5 und 6,1), Sachsen mit 3,1 (3,1 und 4,2), Niedersachsen mit Ibbenbüren mit 1,4 (1,4 und 1,5) und schließlich das Saargebiet mit 10,4 (11,4 und 13,6) Mill t.

An Braunkohlen wurden gefördert im Bezirk östlich der Elbe 32,7 Mill t (1931: 35,7, 1929: 47,5), Bezirk Mitteldeutschland und westlich der Elbe 48,7 (53,1 und 70,8), Bezirk Köln mit Westerwald und Land Hessen 39,6 (42,6 und 53,7), Bezirk des rechtsrheinischen Bayerns 1,6 (1,8 und 2,7) Mill t.

Die Einfuhr an Steinkohle betrug 1929 6,5 Mill t (davon 4,2 Mill t aus England), 1931 5 Mill t (3,0) und 1932 4,2 Mill t (2,2); der Rest kam vorwiegend aus dem Saargebiet, ferner aus Holland und Frankreich. Außerdem wurden 1929 2,8 Mill t, 1931 1,8 Mill t und 1932 1,5 Mill t Braunkohle aus der Tschechoslowakei eingeführt.

Der Auslandversand der Steinkohle betrug 1929 27 Mill t (davon 10,9 Mill t nach Frankreich und Belgien, 7 Mill t nach Holland, 4,9 Mill t nach Italien), 1931 22,9 Mill t (10 bzw. 5,9 bzw. 2,7) und 1932 18,3 Mill t (8 bzw. 4,7 bzw. 1,4). Außerdem wurden 1932 0,9 Mill t Steinkohlenbriketts, 5,2 Mill t Koks und 1,5 Mill t Braunkohlenbriketts exportiert.

Unter Berücksichtigung des Außenhandels ergaben sich für den deutschen Inlandsverbrauch, ausgedrückt in Steinkohleneinheiten, d. h. Braunkohle, Koks und Briketts auf Steinkohle umgerechnet folgende Ziffern. Der Anteil des Verbrauchs der Elektrizitätswerke, Gaswerke und der Industrie ist besonders angegeben.

Jahr	Gesamtverbrauch Mill t	davon (Mill t) Elektrizitätswerke	Gaswerke	Industrie
1913	179,58	–	–	–
1926	132,37	7,28	6,47	59,73
1927	153,71	8,77	7,31	72,16
1928	157,26	9,92	7,26	70,11
1929	168,12	11,45	7,52	71,51
1930	135,05	9,71	6,67	55,49
1931	121,31	7,68	6,03	43,60
1932	111,09	6,91	5,76	37,13
Der Rückgang 1932 in % betrug gegenüber				
1931	8,4	10,0	4,5	14,8
1929	33,9	39,7	23,4	48,1

Von dem Gesamtverbrauch entfielen auf:

	1929 %	1932 %
Elektrizitätswerke	6,4	5,9
Gaswerke	4,2	4,9
Industrie	40,3	31,7
Hausbrand	26,0	30,7
Zechenselbstverbrauch	11,3	13,6
Eisenbahnen	8,4	9,3

der Rest auf Schiffahrt, Deputatskohle und Wasserwerke.

Al.

AUS LETZTER ZEIT.

Errichtung der Zillierbach-Talsperre bei Wernigerode. — Nachdem für die Errichtung der Zillierbach-Talsperre ein Darlehen von 1,5 Mill RM bewilligt wurde, ist die Durchführung des Projektes so gut wie sichergestellt. Die Sperre, deren Anlagekosten sich auf 2,225 Mill RM belaufen, soll innerhalb von drei Jahren in 60 000 Tagewerken geschaffen werden. Verhandlungen zwischen der Provinz und der Stadtverwaltung wegen der finanziellen Beteiligung sind z. Zt. im Gange.

Zeitweilige Inbetriebnahme der Großsender Mühlacker und München. — Bis zum 12. XI. wird der Großsender Mühlacker von 19 h ab wieder regelmäßig den Betrieb übernehmen und daneben zu gewissen Tageszeiten, die besonders bekanntgemacht werden, senden. Auch der Großsender München bleibt bis zum 12. XI. täglich ab 19 h in Betrieb. Für die zeitweiligen Tagessendungen des Großsenders München ist dieselbe Regelung wie für Mühlacker vorgesehen. Vom 13. XI. ab stellen die Großsender Mühl-

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 1067; 1933, S. 943.
[2] Vgl. ETZ 1932, S. 441.

Digitized by Google

acker und München ihren Betrieb zur Fortsetzung der Umbauarbeiten ein und werden — wie es jetzt schon bei Tage geschieht — durch die Rundfunksender Stuttgart-Degerloch und München-Stadelheim ersetzt.

Die Deutsche Reichspost auf der Ausstellung „Die Kamera". — Die Deutsche Reichspost wird auf der Ausstellung „Die Kamera", die vom 4. — 19. XI. in den Ausstellungshallen am Kaiserdamm stattfindet, die Bildtelegraphie vorführen. Sie zeigt eine vollständige Sende- und Empfangstelle mit einem Bildgerät nach dem System Siemens-Telefunken-Karolus. Es entspricht genau den Geräten, die bei der Reichspost und bei vielen ausländischen Verwaltungen den öffentlichen Bildtelegraphendienst vermitteln. Das Gerät wird betriebsfertig geschaltet sein und an das europäische Bildtelegraphennetz angeschlossen werden. Jeder Besucher der Ausstellung kann zu den geltenden Gebührensätzen Bilder nach allen Orten des Inlandes und den meisten des Auslandes aufliefern und die Beförderung seines Bildes selbst beobachten. Daneben wird das Gerät zu örtlichen Übertragungen und zu Probeübertragungen mit allen Bildstellen des In- und Auslandes dienen. Der Vorgang der Bildübertragung wird durch sachkundiges Personal der Reichspost allgemein verständlich erklärt werden.

Zur besseren Veranschaulichung des Übertragungsvorganges stellt die Reichspost daneben noch ein einfaches Modell eines Bildgerätes aus. Im Sendeteil sind Abtastung und Umsetzung des Bildes in elektrischen Strom zu beobachten, während gleichzeitig im Empfänger der umgekehrte Vorgang, die Entstehung des Bildes klar zu erkennen ist. Auch hier werden die notwendigen Erläuterungen durch das Personal der Reichspost gegeben werden.

Die Ausstellung wird vervollständigt durch eine Sammlung übertragener Bilder, die sowohl die Güte als auch die Geschwindigkeit der Übertragungen erkennen lassen. Anschauliche Wandtafeln zeigen die Ausdehnung des zwischenstaatlichen Bildtelegraphennetzes und geben Auskunft über die Bedingungen, zu denen Bilder zur Beförderung angenommen werden. Schematische Darstellungen des Bildgerätes und des Übertragungsvorganges dienen zur Unterstützung der mündlichen Erläuterungen.

Erfolge des deutschen Volksempfängers im Ausland. — Auf der belgischen Funkausstellung in Brüssel, auf der auch deutsche Firmen vertreten waren, interessierte der deutsche Volksempfänger lebhaft und erregte großes Aufsehen. Die deutschen Firmen konnten beachtliche Exportaufträge für den Volksempfänger buchen, so daß diese Schöpfung der deutschen Industrie sich jetzt auch als erfreulicher Ausfuhrartikel erweist.

Zeppelin-Hörbericht in Amerika. — Vom „Graf Zeppelin" wurde bei seiner Fahrt über Akron nach Chikago vom amerikanischen Vertreter der National Broadcasting Corporation ein Hörbericht gegeben, der von den amerikanischen Hörern ausgezeichnet empfangen wurde, und worüber der Reichssendeleitung begeisterte Telegramme zugingen. Vor allem wird die deutsche Rundfunktechnik gepriesen, da die Reportage mit Hilfe eines in Deutschland für den Zeppelin gebauten besonders leichten Kurzwellensenders geringer Sendeenergie durchgeführt worden ist.

Änderungen der Hochschulverfassung. — Der Preußische Minister für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung hat eine Reihe von Veränderungen der Hochschulverfassung durchgeführt. Der Rektor wird auf Vorschlag des Senats vom Minister ernannt, die Dekane ihrerseits wieder durch den Rektor. Abstimmungen in Senats- und Fakultätssitzungen finden nicht mehr statt. Der Rektor ist verantwortlich für den gesamten Lehrbetrieb der Universität. Zum Senat gehören außer den Dekanen Vertreter der Fakultäten, der Dozentenschaft und des SA.-Hochschulamtes sowie in den im Studentenrecht vorgesehenen Fällen Vertreter der Studentenschaft. Für die Fakultäten gilt entsprechendes. Wenn auch die eigentliche Hochschulreform nicht durch derartige Verwaltungsmaßnahmen herbeigeführt werden kann, so gibt diese Verfassungsänderung dem Rektor und den Dekanen doch die Möglichkeit zu einer Führung der Universität im Sinne des nationalsozialistischen Staates.

Organisatorische Änderungen innerhalb der polnischen Siemens-Werke. — Wie wir erfahren, haben sich die deutschen Siemens-Firmen aus dem polnischen Geschäft vollständig zurückgezogen. Die Polskie Zaklady Siemens, welche die Interessen sowohl der österreichischen wie der deutschen Siemens-Firmen vertreten hat, wird unter ausschließlicher Leitung der österreichischen Siemens-Firmen nur noch eine kleine Vertriebstelle in Warschau für in Polen hergestellte Fabrikate wie Leitungen, Zähler und Glühlampen unterhalten und außerdem eine eigene Geschäftstelle in Kattowitz. Die Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke Wien für das Starkstromgeschäft bzw. die Siemens & Halske AG., Wien, für das Schwachstromgeschäft werden in Polen eine gewisse Vertreterorganisation kleineren Ausmaßes aufbauen.

Auftragsbelebung bei der C. Lorenz AG. — Der Auftragsbestand bei der C. Lorenz AG. soll gegenüber 1932 lt. DHD. in den ersten 9 Monaten 1933 um 65 % gestiegen sein. Die Umsätze sind jedoch wegen der langen Lieferfristen noch nicht entsprechend angewachsen. Die Belegschaft hat eine Zunahme von 1800 auf 2650 erfahren.

Errichtung einer Glühlampenfabrik in Rumänien. — Nach einer Meldung aus Bukarest bereitet lt. Frankf. Ztg. die Petroschener Kohlenbergwerksgesellschaft die Errichtung der ersten rumänischen Glühlampenfabrik in Lupeni vor. Die maschinelle Einrichtung muß aus dem Ausland bezogen werden, wofür Zollfreiheit beantragt und bereits zugesagt ist.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Eingliederung des VDE in die Deutsche Arbeitsfront.

Durch Verfügung des Leiters des Organisationsamtes der Deutschen Arbeitsfront vom 30. Oktober 1933 sind die Mitglieder der der Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit angehörenden Verbände (VDI, VDE, Eisenhüttenleute usw.) unmittelbar in die Deutsche Arbeitsfront eingegliedert.

Ein Eintritt unserer Verbandsmitglieder in andere Organisationen zum Zwecke der Eingliederung in die Deutsche Arbeitsfront ist nicht mehr erforderlich.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33.

Betrifft: Firmenkennfäden für isolierte Leitungen.

Der Firma Clement Zahm jr., Kabelfabrik, Weipert (Tschechoslowakei), ist das Recht erteilt worden, den dem VDE gesetzlich geschützten schwarz-rot, einfädig bedruckten Verbandskennfaden in Verbindung mit dem der genannten Firma gesetzlich geschützten grün-weiß, einfädig bedruckten Firmenkennfaden in isolierten Leitungen, welche den Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker entsprechen, zu verwenden und diese Leitungen als „Codex"-Leitungen zu bezeichnen.

Die Genehmigung gilt für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen, und zwar für die Typen:

NSA, NPL, NPLR, NFA, NLH, NLHG, NMH

in allen Abarten und Querschnitten, die in den VDE-Vorschriften vorgesehen sind.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

Digitized by Google

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur Fachsitzung für elektrisches Nachrichtenwesen (EVN) am Dienstag, dem 14. XI. 1933, 8 h abends in der Aula der Technischen Hochschule zu Berlin-Charlottenburg.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Dr. Kramar über das Thema: „Funkbaken und ihre Anwendung zur Sicherung des Luftverkehrs."

Inhaltsangabe:

1. Wichtigkeit der Peilung für die Luftfahrt, verschiedene Peilverfahren, Fremdpeilung und Funkbaken, Beispiele aus Deutschland und Amerika.
2. Die Entwicklung der Funkbake: Leitstrahlverfahren Scheller-Lorenz, Versuche von Prof. Kiebitz, Nachkriegsentwicklung in Amerika, Entwicklung in Frankreich (Besson).
3. Die Bedeutung der Strahlschärfe, Doppelkreis- und Kardioiden-Schnitte.
4. Anwendung des Bakenprinzips auf Ultrakurzwellen, die Schlechtwetterlandung von Flugzeugen.
5. Empfangseinrichtungen: Akustische und optische Anzeige, Strahlverschärfung.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können gegen Vorzeigung der Dauer-Gastkarte oder nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten können in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle gelöst werden.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Fachausschuß für elektrisches Nachrichtenwesen.
Der Vorsitzende:
Arendt.

Besichtigung.

Am Mittwoch, dem 15. XI. 1933, 4½ h nachm. pünktlich, findet eine

Besichtigung der Rotophot Aktiengesellschaft für graphische Industrie in Berlin SW 68, Alexandrinenstr. 110
(etwa in der Mitte zwischen Oranienstraße und Gitschiner Straße)

statt.

Treffpunkt: Vorraum zu den Direktionsräumen der Firma.

Die Zahl der Besucher ist auf 20 beschränkt. Aus diesem Grunde werden für die Teilnehmer besondere Karten ausgegeben, die in der Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, II) erhältlich sind.

Pünktliches Erscheinen geboten.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär.
Dr. Schmidt.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Gesellschaft Frankfurt a. M. 15. XI. 1933, abds. 8 h, Saal des Postscheckamtes, Senckenbergstr. 14/16: Vortrag Reg.-Baum. a. D. J. Berdelle, Berlin, „Der elektr. Speicher in der Stromversorgung" (m. Film u. Lichtb.).

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 14. XI. 1933, abds. 8 h, Hörsaal 42 der T. H., Eing. Gartentor: Vortrag Dr. Eckenberg, Hannover, „Neuerungen im Fernsprech- und Fernmeldewesen".

Schleswig-Holsteinischer Elektrotechn. Verein, Kiel. 10. XI. 1933, abds. 8 h, Phys. Inst., Fleckenstr.: Vortrag Dr. Hensel, Frankfurt a. M., „Vollelektrisierte Siedlungen unter Berücks. elektr. Haushalt- u. Großküchen".

Elektrotechn. Verein Leipzig. 15. XI. 1933, abds. 8 h, Vortragsaal des Grassimuseums, Eing. Rabensteinplatz: Vortrag Dr.-Ing. Bücken, Aachen, „Mensch und Maschine im Elektromaschinenbau" (Ein Zeitproblem, erörtert im Rahmen der Bestrebungen zur Hebung der Arbeitslosigkeit).

Elektrotechn. Verein München. 15. XI. 1933, abds. 8 h, Hörsaal 127 der T. H.: Vortrag Obering. I. Sihler, Berlin, „Zeitgemäße Fragen auf dem Gebiete des Schaltanlagenbaues".

Elektrotechn. Gesellschaft zu Nürnberg. 10. XI. 1933, abds. 8 h, Vortragsaal der SSW, Frauentorgraben 35: Vortrag Obering. Herrmann, Berlin, „Moderne Nebenstellentechnik".

Württ. Elektrotechn. Verein, Stuttgart. 15. XI. 1933, abds. 8 h, Elektrotechn. Inst. der T. H., Militärstr. 3: Vortrag Dipl.-Ing. H. Schmitt, Lautawerk, „Neuere Erkenntnisse und Möglichkeiten in der Anwendung des Aluminiums in der Elektrotechnik, insbes. im Bau von Hochspannungsleitungen".

Deutsche Gesellschaft für Metallkunde, Berlin. 14. XI. 1933, gr. Saal des Langenbeck-Virchow-Hauses, Luisenstraße 58 ... 59: Korrosions-Tagung 1933 mit 8 Vorträgen. Auskunft erteilt die Geschäftstelle: Berlin NW 7, Hermann-Göring-Str. 27.

Verein deutscher Ingenieure, Berlin. (Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure.) 16. XI. 1933, abds. 7½ h, gr. Saal d. Ingenieurhauses (Hermann-Göring-Str. 27): 3. Vortrag der Reihe „Oberflächenbehandlung": Ing.-Chem. H. Krause, Schwäb.-Gmünd, „Metallfärbung und Metallschutz durch chem. Verfahren". Eintrittskarten für die ganze Reihe (4 Vorträge) sind durch die Geschäftstelle der ADB, Berlin NW 7, Ingenieurhaus, Fernspr. A 1 (Jäger 0035, App. 94), zum Preise von 1,60 RM zu beziehen.

Schiffbautechn. Gesellschaft, Berlin. 22. ... 25. XI. 1933: 34. Hauptversammlung mit zahlreichen Vorträgen in der Aula bzw. Hörsaal 141 der T. H. und Besichtigungen. Auskunft erteilt die Geschäftstelle: Berlin W 35, Blumeshof 17.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die elektrische Fernüberwachung und Fernbedienung für Starkstromanlagen und Kraftbetriebe. Von Dr.-Ing. M. Schleicher. Mit 155 Textabb., V u. 238 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 19,50 RM, geb. 21 RM.

Mit der Entwicklung der Elektrizitätswerke hat auch die elektrische Fernüberwachung und Fernbedienung für Starkstromanlagen immer mehr an Bedeutung gewonnen. Dieses technische Gebiet, zwar noch jung und gleichsam im Fließen begriffen, rückt mit der zunehmenden Größe der elektrischen Betriebe immer mehr in den Vordergrund des Interesses und ringt nach Vervollkommnung, zu der sowohl der Schwachstromtechniker wie der Starkstromtechniker ihr bestes Können beizusteuern suchen. Die vorliegenden Aufgaben der Fernüberwachung und Fernbedienung verlangen aber zu ihrer Entfaltung ein noch innigeres Einfühlen von Schwachstromtechnikern und Starkstromtechniker, um im Sinne des Verfassers in die Psychologie des Starkstrombetriebes einzudringen.

Dr. Schleicher ist seit vielen Jahren auf dem Gebiete der elektrischen Fernüberwachung und Fernbedienung mit bestem Erfolg schöpferisch und führend tätig gewesen. Es ist deshalb ganz besonders zu begrüßen, wenn er als Hauptkenner auf diesem Gebiete den Versuch macht, den Starkstromtechniker in das neue Gebiet einzuführen, und ihm die Richtlinien weist, die für die Entwicklung der Apparate in den letzten Jahren maßgebend waren. Das Buch, welches die elektrische Fernübertragung von Meßwerten, die elektrischen Fernzählverfahren und die elektrischen Fernwirkungseinrichtungen behandelt und außerdem auf die Vielfachausnutzung der Leitungen und auf die Lastverteileranlagen eingeht, ist sehr klar und übersichtlich geschrieben. Dem Buch ist ein ausführliches Literaturverzeichnis beigegeben, und es ist vom Verlag J. Springer in der bekannten mustergültigen Weise ausgestattet worden. Es bietet eine Fülle von Anregungen für den Starkstromtechniker und kann daher den Fachgenossen ebenso wie dem jungen Studierenden wärmstens empfohlen werden. Gg. Hilpert.

Digitized by Google

Der Argonal-Gleichrichter. Von Dr.-Ing. F. H. Hellmuth. Mit 48 Textabb., 22 Kurventaf. u. 88 S. in 8°. Verlag Hachmeister & Thal, Leipzig 1933. Preis geh. 6,80 RM.

Über den Argonal-Gleichrichter hat die ETZ im Jahrgang 1922, S. 921, und im Jahrgang 1924, H. 23, sowie im Jahrgang 1925, H. 13, bereits berichtet.

Der Argonal-Gleichrichter ist ein Quecksilberdampf-Gleichrichter, der nicht durch Kippen des Glaskörpers, sondern dadurch gezündet wird, daß er mit einer besonderen kleinen Zündanode ausgerüstet ist, an die eine Spannung von etwa 600 V gelegt wird, und daß der Glaskörper nicht mit reinem Quecksilberdampf, sondern mit einem Zusatz von Argon gefüllt ist. Dadurch bildet sich zwischen der Zündanode und der Kathode eine Glimmentladung aus, die schließlich in eine Lichtbogenentladung übergeht und die Zündung bewirkt. Auf diese Weise wird der Gleichrichter beim Zünden mechanisch nicht beansprucht.

Durch die Füllung des Gleichrichters mit Argon ergeben sich auch weitere Vorzüge des Argonal-Gleichrichters, aber auch bestimmte Betriebsbedingungen. Über diese, überhaupt über die Wirkung des Argonal-Gleichrichters berichtet der Verfasser. Es ist erfreulich, daß nunmehr eine Gesamtübersicht über den Argonal-Gleichrichter gegeben wird, und zwar aus der Feder eines Berufenen, der selbst an der Entwicklung des Argonal-Gleichrichters großen Anteil hat. Das Buch ist nicht nur für den Wissenschaftler, sondern auch für den Praktiker von Bedeutung, weil es in leicht faßlicher Form geschrieben ist und alle diejenigen Verhältnisse berücksichtigt, die für den Praktiker von Bedeutung sind. Der Wissenschaftler wird aus dem Buch sehr viel Anregungen und Kenntnisse schöpfen können. F. Noack.

Regeln für Abnahmeversuche an Rückkühlanlagen DIN 1947. 2. erw. Auf. Mit 12 Abb. u. 4 Taf., IV u. 14 S. in 4°. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1931. Preis geh. 3 RM, f. VDI-Mitgl. 2,70 RM.

In der Praxis hat man häufig feststellen können, daß Garantiebedingungen für Rückkühlanlagen in unzulänglicher bzw. unsachgemäßer Weise abgegeben wurden, so daß der Nachweis der Erfüllung der Garantie durch Abnahmeversuche schwierig, unter Umständen unmöglich war. Deshalb ist es sehr zu begrüßen, daß für Leistungsversuche an Rückkühlanlagen Regeln von allgemeiner Gültigkeit geschaffen und daß diese Regeln so gestaltet wurden, daß Abnahmeversuche im Sinne dieser Regeln erfolgen können. Die Regeln enthalten Näheres über für die Durchführung von Versuchen wichtige Grundlagen und Begriffe, über Form und Umfang der Gewährleistungen, Versuchsbedingungen, Durchführung von Messungen sowie über Meßverfahren und -geräte. Zum Schluß werden noch Musterbeispiele angeführt. In der Bibliothek eines jeden Werkes, das Rückkühlanlagen baut oder betreibt, müssen diese Regeln vorhanden sein. Gg. Frantz.

Die wettbewerblichen Beschränkungen des technischen Angestellten nach Beendigung des Dienstverhältnisses. Von Rechtsanwalt A. Crombacher. Mit 72 S. in 8°. Verlag Chemie G. m. b. H., Berlin 1933. Preis kart. 3 RM.

Der Verfasser gibt zum ersten Male eine zusammenhängende Darstellung der Rechtsvorschriften, denen die technischen insbesondere die chemischen Angestellten nach ihrem Ausscheiden aus dem Dienst unterliegen. Es handelt sich um die sogenannte Konkurrenzklausel, die den früheren Angestellten bei der Eröffnung eines selbständigen Betriebs oder in der Annahme einer neuen Stellung Beschränkungen auferlegt, und um die damit zusammenhängende Wahrung von Fabrikgeheimnissen. Der Verfasser geht von den geschichtlichen Grundlagen dieser Fragen aus und behandelt dann auf Grund der einschlägigen Rechtsprechung und Literatur den heutigen Stand der Angelegenheit auch unter Berücksichtigung des Auslandes. Man erkennt die widerstrebenden Interessen und die Schwierigkeiten einer gerechten Lösung, die dem Unternehmer einen angemessenen Schutz gegen unlauteren Wettbewerb gewährt, ohne den Angestellten in seinem weiteren Fortkommen zu hindern.

Der Verfasser konnte auf Grund seiner langjährigen Praxis den verwickelten Stoff kurz und doch erschöpfend und klar zur Darstellung bringen, so daß seine Broschüre den Firmen und Angestellten empfohlen werden kann, wenn sie sich vor Schaden aus Unkenntnis der Rechtsverhältnisse hüten wollen. Kahle.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Reichsfachverband der elektrotechnischen Industrie (R.F.E.). — Am 14. XI. wird der nach dem Führerprinzip aufgebaute Reichsfachverband der elektrotechnischen Industrie (R. F. E.) ins Leben treten. Zum Vorsitzenden ist vom Organisationsausschuß Direktor Philipp Kessler, Berlin, gewählt und vom Reichsstand der Deutschen Industrie im Einvernehmen mit dem Reichswirtschaftsministerium bestätigt worden. Der Reichsfachverband der elektrotechnischen Industrie wird alle Unternehmungen umfassen, die auf dem Gebiete der Elektrotechnik fabrikatorisch tätig sind. Er ist im Reichsstand der Deutschen Industrie die zusammenfassende Organisation für die gesamte elektrotechnische Industrie Deutschlands. Unter gleichzeitiger Reorganisation des bisherigen Verbandswesens der elektrotechnischen Industrie werden zunächst folgende Fachgruppen ausgebaut: Maschinen, Transformatoren, Apparate, Rundfunk, Installationsmaterial, Isolierrohr, Isolierstoffe, Drähte und Kabel, Telephonie und Telegraphie, Meßinstrumente, Elektromedizin, Glühlampen, Zähler, Akkumulatoren und Batterien, Kondensatoren, Kohlen und Bürsten, Elektrowärme- und Haushaltgeräte, Elektrische Beleuchtungskörper und Leuchten, Gleichrichter, Schaltanlagenbau, Freileitungsbau, Bahnwesen, Turbinen und Turbogeneratoren, Verschiedenes.

Direktor Kessler ist Vorsitzender des Vorstandes der Bergmann-Elektricitäts-Werke AG. und gehört dem Vorstande des Verbandes Berliner Metall-Industrieller an. Im Vorstande des Reichsverbandes der Deutschen Industrie hat er die elektrotechnische Industrie mitvertreten. Herr Kessler hat für die Übergangszeit auch den Vorsitz im Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie übernommen, der in dem neuen Reichsfachverband aufgehen wird. —

Die deutsche Elektrotechnische Industrie im 3. Vierteljahr 1933[1]. Für die Entwicklung auf dem Gebiete der deutschen Elektroindustrie während des Berichtsvierteljahres sind nach den Mitteilungen der Industrie- und Handelskammer zu Berlin zwei Ereignisse von entscheidender Bedeutung geworden. Auf dem Weltmarkt war dies der völlig ergebnislose Ausgang der Weltwirtschaftskonferenz, im Inland der merkbare wirtschaftliche Aufschwung infolge der durch die Regierung eingeleiteten Arbeitsbeschaffung. Ohne diese Auswirkung auf dem Binnenmarkt, durch die gegenüber dem Ausfall im Außenhandel der dringend notwendige Ausgleich geschaffen worden ist, wäre statt einer Vermehrung der Belegschaft in den Betrieben der Elektroindustrie wahrscheinlich ein fühlbarer Rückgang eingetreten. Die herbeigeführte Mehrarbeit in der Elektroindustrie war noch nicht unmittelbare Auswirkung der Arbeitsbeschaffung in Gestalt von Arbeitsbeschaffungsaufträgen seitens der hierfür zuständigen Stellen. Hiervon ist bisher noch kaum etwas zu merken gewesen. Die Belebung kam vielmehr in fast allen Fällen mittelbar als Folge der an andere Wirtschaftskreise gegebenen Arbeitsbeschaffungsaufträge und der dadurch gewachsenen Kaufkraft sowohl der Unternehmungen wie auch der Privatkundschaft. Sie hat sich jedoch noch nicht auf alle Gebiete erstreckt und insbesondere die sämtlichen Zweige der Schwachstromindustrie noch kaum berührt. Bei der letzteren sind nur als erfreuliche Folge der diesjährigen Funkausstellung in Berlin gewisse weitere Aufträge auf Rundfunkgerät eingegangen, im übrigen hat der Aufschwung in der Starkstromindustrie den Fabriken für Schalttafelmeßinstrumente Bestellungen zugeführt. Auf dem Starkstromgebiet war es zum weit überwiegenden Teil die Industrie, aus der zahlreiche größere und kleinere Aufträge gekommen sind, nachdem sie durch die eigenen neuen Arbeitsmöglichkeiten in die Lage versetzt worden war, die seit Jahren notwendigen, aber zurückgestellten Reparaturen, Ersatz- und Ergänzungslieferungen, über die bisher nur Anfragen vorlagen und Projekte ausgearbeitet waren, in Auftrag zu geben. So sind die Fabriken für elektrische Maschinen und Starkstromapparate sowie Kabel und Leitungen zwar noch nicht befriedigend, aber immerhin besser beschäftigt gewesen als seit dem Ausbruch der Krise. Weitere Ausdehnung der Arbeitsmöglichkeiten steht in Aussicht.

Im Gegensatz dazu ist das Auslandsgeschäft, abgesehen von einigen besonderen Abschlüssen für überseeische Länder, nach allen Richtungen hin notleidend geblieben, es hat sich vielfach noch weiter verschlechtert. Schuld daran trug zum großen Teil das vollkommene Fehlschlagen der Hoffnungen, die an die Weltwirtschaftskonferenz geknüpft worden waren. Keines der Probleme, von deren günstiger Lösung die Gesundung der Weltwirtschaft abhängt, ist gelöst. Da alle für die Wiederkehr des Vertrauens entscheidenden Fragen unbeantwortet geblieben sind, konnte die eingetretene weitere Schrumpfung im Welthandel und auch in der Elektroausfuhr nicht ausbleiben. Für die deutsche Elektro-

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 1168; 1933, S. 812.

Digitized by Google

ausfuhr kam als besonders erschwerend die Boykottierung deutscher Waren hinzu, die teils durch künstliche Greuelpropaganda, teils durch von den deutschen Agrarschutzmaßnahmen herbeigeführte Verärgerung, namentlich in den nordeuropäischen, aber auch in manchen anderen Ländern heraufbeschworen wurde. Ein Abflauen dieser Bewegung ist bisher nur an einzelnen Stellen fühlbar geworden.

Nur wenn auf dem Binnenmarkt die Arbeitsbeschaffung in Bälde auch für die Elektroindustrie unmittelbar wirksam wird und durch entscheidendes Vorgehen gegenüber dem Auslande die Geltung der deutschen Elektroindustrie auf dem Weltmarkt wieder befestigt wird, kann einer günstigen Entwicklung mit Zuversicht entgegengesehen werden. —

Metallpreise im 3. Vierteljahr 1933[1]. — Die Aufwärtsbewegung der NE-Metallpreise im 2. Vierteljahr hat einer Periode sinkenden Preisniveaus Platz gemacht. Die Gründe liegen neben der saisonbedingten Geschäftstille vor allem in den Vorgängen am Devisenmarkt und der unsicheren Lage in den V. S. Amerika. Während die Dollarentwertung in der ersten Zeit nach Verlassen der Parität preissteigernd auf die Metalle in den V. S. Amerika und damit auch auf dem Weltmarkt wirkte, reichten bei dem späteren Entwertungswettlauf von Dollar und Pfund die in Papierdollar oder -pfund erfolgten Preiserhöhungen meist nicht aus, den Goldwert zu behaupten. Das Pfund verlor bis Ende September rd. 9 %, der Dollar sogar 16 % seines Wertes zu Beginn des 3. Vierteljahres. Endlich trug aus Währungsfluchtkäufen wieder herauskommendes Material zur Senkung des Preisniveaus bei. Im einzelnen ist zu sagen:

Kupfer. Im Verlaufe des 3. Vierteljahres sank die Delnotiz von 62 RM auf 50 RM. Bereits in der zweiten Juliwoche führten an sich kleine Abgaben infolge der äußersten Zurückhaltung von Konsum und Spekulation zu einem erheblichen Preisrückgang. Ein weiterer starker Rückgang erfolgte Ende Juli in Auswirkung des Kurssturzes an der New-Yorker Effekten- und Warenbörse. Aus spekulativen Käufen herauskommendes Material führte zeitweise zu Unterangeboten der zweiten Hand. Währungsentwertung und sinkende Nachfrage ließen die Kupfernotierungen immer weiter abbröckeln, nur kurz unterbrochen durch ein leichtes Anziehen der Delnotiz infolge einer Besserung des Pfundkurses. Die Preisrückgänge in Berlin waren meist stärker als in London, so daß ein anfangs bestehender Aufpreis in RM gegen London bald verschwand, zeitweise sogar Berlin unter London lag.

Blei und Zink. Die Preise beider Metalle tendierten aus gleichen allgemeinen Gründen nach unten, Blei allerdings stärker als Zink. Anfang Juli konnte Zink in Berlin auf die wiederaufgetauchten Wünsche der deutschen Erzeuger nach einem Rohzinkzoll hin noch eine Preisaufbesserung erzielen, während Blei schon im Kurse nachgab. Insgesamt verlor Blei etwa 25 %, Zink etwa 13 %, so daß sich die Spanne zwischen den beiden Metallen weiter vergrößerte.

Zinn. Anfang Juli erfolgte ein Preisrückgang von 325 auf 304 RM. Die Gründe lagen vor allem in dem Abnahmerückgang der V. S. Amerika und der Ungewißheit über die Politik des Zinnpools in der Abstoßung der Vorräte. Einem kurzen Anziehen des Zinnpreises, zum Teil auf wieder einsetzende Käufe der V. S. Amerika folgte eine Zeit langsamen, aber sicheren Abbröckelns des Zinnpreises bis auf 293 RM am 8. IX. Die vorübergehende Besserung des Pfundes ließ den Zinnpreis auf 297 RM hinaufgehen. Der dann aber wieder einsetzende Pfundsturz warf den Zinnpreis, da die Notierungen in London nominell unverändert blieben, aber auf 287 RM. Mit der Pfundbesserung hob sich dann der Zinnpreis ebenfalls wieder etwas. Im allgemeinen war daher die Entwicklung des Zinnpreises noch relativ günstig; der Verlust betrug im 3. Vierteljahr per Saldo nur rd. 9 %.

Nickel, Aluminium. Die Kartellnotierungen haben unverändert.

Quecksilber. Infolge der Pfundentwertung gaben die Preise weiter nach. Mitte September erhöhte das Syndikat die Notierungen, so daß, allerdings nur vorübergehend, auch die Notierungen in Pfund etwas höher lagen.

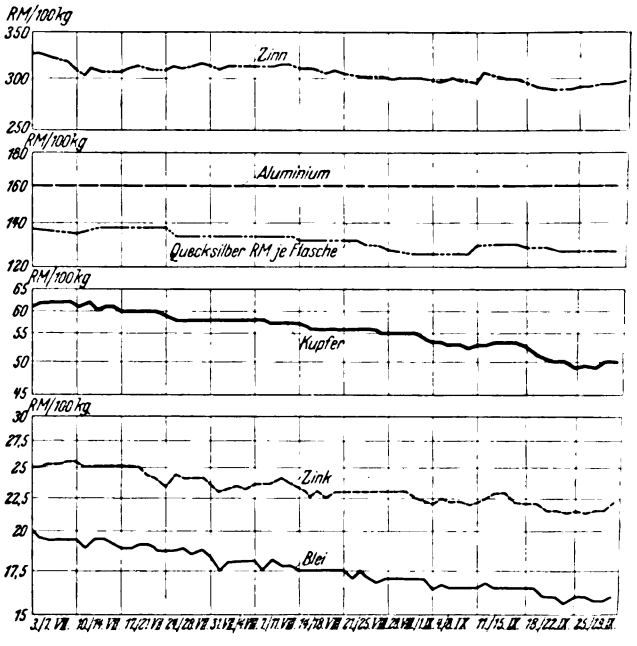


Abb. 1. Metallpreise im 3. Vierteljahr 1933.

Aluminium: Berlin 98/99 % Blöckchen. — Blei: Berlin erstnotierter Monat (Brief). — Kupfer: Berlin Delnotiz. — Quecksilber: Hamburg in £ je Flasche (34½ kg), umgerechnet in RM. — Zink: Berlin erstnotierter Monat (Brief). — Zinn: Hamburg Kontrakt A erstnotierter Monat (Brief).

Metall	Sichtbare Vorräte am Monatsende				Weltproduktion			
	Januar	Juni	Juli	August	Jahresdurchschnitt	Juni	Juli	August
	1929		1933		1929		1933	
Kupfer (sh. tons)					178 000	56 000	71 800	82 500
Raffinade (Nord- und Südamerika) . .	62 700	—	566 500 *	543 000 *	—	—	—	—
Blister (Nord- und Südamerika) . . .	119 000	keine Angaben			—	—	—	—
Blei (sh. tons)					160 500	107 300	103 500	98 500
Raffinade in den V. S. Amerika . . .	85 000	193 000	171 300	160 500	—	—	—	—
Zink (sh. tons)					135 100	85 600	95 200	99 900
roh in den V. S. Amerika	45 900	123 900	109 100	100 200	—	—	—	—
roh in Großbritannien	2 000	10 300	9 300	8 900	—	—	—	—
Zinn (t)					—	—	—	—
Weltvorräte	23 700	37 100	35 800	33 000	—	—	—	—

* Nur V. S. Amerika (inoffizielle Angaben).

Preisindexziffer der „Metallwirtschaft".

1909/13 = 100	Juli	August	September
	1933 Monatsdurchschnitt		
Gesamtindex	57,1	54,3	51,7
Kupfer	45,1	42,4	38,6
Blei	59,4	53,9	52,3
Zink	49,9	47,2	46,2
Zinn	83,4	81,3	77,9
Aluminium	111,1	111,1	111,1
Nickel	101,5	101,5	101,5
Antimon	59,8	59,8	59,8

Die statistische Lage ist im vergangenen Vierteljahr durch einen weiteren teilweise sogar sehr starken (Zink, Blei) Rückgang der Vorräte gekennzeichnet, anderseits aber auch durch eine nicht unerhebliche Zunahme der Erzeugung bei einzelnen Metallen. Für Kupfer ist infolge der besonders starken Erzeugungszunahme allerdings auch die Abnahme der Vorräte (in den V. S. Amerika) verhältnismäßig gering. *Lw.*

Abschluß des Heftes: 8. November 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 739.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Modulations-Nahtschweißung.

Mitteilung der AEG.

Die Herstellung von fortlaufenden Schweißnähten an Blechen, Behältern, Rohren und ähnlichen Werkstücken mit Wandstärken von einigen zehntel bis zu zwei Millimetern nach dem Widerstandschweißverfahren mit der Rollen-Nahtschweißmaschine ist wegen der hohen Schweißgeschwindigkeiten und der geringen Betriebskosten besonders wirtschaftlich. Bei der ursprünglichen und am weitesten verbreiteten Bauart der Rollen-Nahtschweißmaschine, die mit gleichförmigem Schweißstrom arbeitet, ist der Ausfall der Schweißung sowohl von dem Widerstand des Werkstückes, als auch von der Stromstärke und dem Werkstückvorschub abhängig. Die erforderliche genaue Abstimmung dieser drei Einflußgrößen ist jedoch sehr schwierig, weil der Widerstand des Werkstoffes praktisch nie konstant ist.

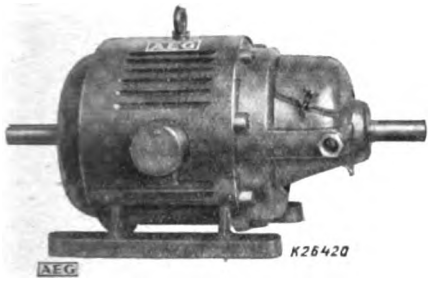


Abb. 1. Modulator für eine 20 kVA-Maschine.

Das von der AEG entwickelte Modulationsschweißverfahren ist dagegen in bedeutend geringerem Maße vom Werkstoffwiderstand abhängig, weil es die Vorzüge der Schnellpunktschweißung ausnutzt und mit hoher Energie während ganz kurzer Schweißzeiten arbeitet, indem es pulsierenden Schweißstrom verwendet. Das An- und Abschwellen des Schweißstromes wird durch einen Modulator (Abb. 1) erreicht, der die der Schweißmaschine aus dem Netz zugeführte Primärspannung um einen bestimmten Betrag herauf- und herabsetzt. Die Spannungsänderung ist so gewählt, daß der Spitzenwert bei allen praktisch vorkommenden Widerstandsänderungen mit Sicherheit ein Schweißen bewirkt, daß aber der Kleinstwert, der den Werkstoff nicht mehr auf Schweißhitze bringt, den zur Verhütung von Überhitzung der Bleche nötigen Wärmeausgleich schafft. Da die Spannungschwankung gleichförmig ist, treten stets gleich viele Schweißungen je Zeiteinheit auf, die sich mit einer von der Blechgeschwindigkeit abhängigen Überlappung aneinanderreihen. Die Naht hat das Aussehen einer Reihen-Punktschweißung mit dicht hintereinander liegenden Punkten

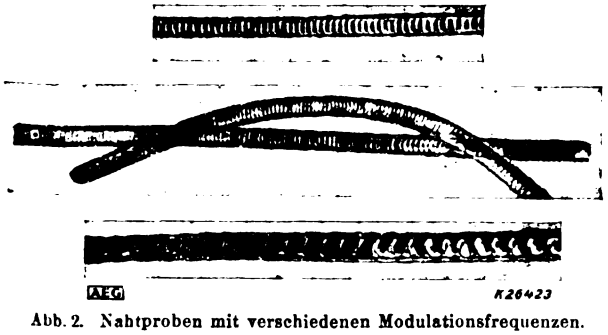


Abb. 2. Nahtproben mit verschiedenen Modulationsfrequenzen.

(Abb. 2). Für die Herstellung eines jeden Punktes der Naht wird so wenig Zeit verwendet, daß eine Überhitzung auch bei Anwendung größerer Schweißströme nicht eintritt. Dadurch ist die genaue Einstellung der Stromstärke auf den Werkstoffwiderstand nicht mehr kritisch; es ist daher sogar möglich, verschieden starke Bleche zu schweißen, ohne das dünnere zu verbrennen. Ferner sind auch mehr als zwei Bleche sowie Blechstärken über 1,5 mm und Werkstoffe hoher Festigkeit gut schweißbar.

Die Erwärmung des Werkstückes ist bei der Modulations-Nahtschweißung geringer als beim Schweißen mit gleichförmigem Strom, weil die Oberfläche der Schweißstelle nur äußerst knapp erhitzt wird. Dadurch werden Wärmespannungen und Verwerfungen weitgehend beschränkt und zudem der Verschleiß der Elektrodenrollen stark vermindert. Auch ein Überschweißen von früher hergestellten Nähten ist zulässig (Abb. 2, mittlere Probe), was besonders für das Einschweißen von Böden in Behältermäntel wichtig ist. Hier wirkt sich die geringe Wärmeausbreitung ebenfalls günstig aus, insofern als Zarge und Bodenrand nicht mehr vor den Elektrodenrollen auseinanderklaffen. Daß die Modulationsschweißung eine gute Festigkeit gibt, zeigt Abb. 2, untere Probe, besonders anschaulich; durch die Modulation ist eine Knetung des Materials erfolgt und eine Naht mit kräftigen Schuppen entstanden. Als Normalausführung kann in Abb. 2 die obere Schweißnaht gelten.

Form, Breite und Tiefe der Schuppen lassen schon die Dichte und die Festigkeit der Schweißung beurteilen. Bei reinen Festigkeitschweißungen werden die Punkte weit auseinander gelegt; dabei sind die Nähte natürlich nicht dicht, da zwischen den Punkten unverschweißte Stellen liegen. Die Ausbildung der Schuppen kann leicht mit der Vorschubgeschwindigkeit und der Modulationsfrequenz geändert werden. Mit Modulationsfrequenz wird die Anzahl der Spannungsänderungen in der Sekunde bezeichnet; durch Untersuchungen ist für alle praktisch vorkommenden Arbeiten 9 Hz als günstigste Frequenz festgestellt worden, die

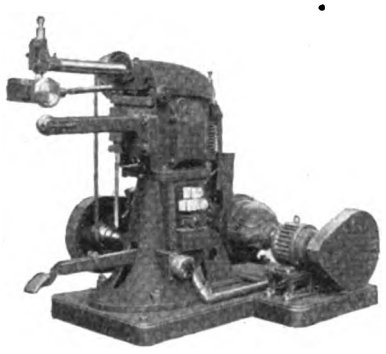


Abb. 3. Längsnahtschweißmaschine mit Modulator für 1,5 mm Eisenblechstärke.

bei entsprechender Drehzahl des Modulatorankers erreicht wird. Demzufolge kann der Modulator ohne Regelgetriebe betrieben werden; die Änderung der Schuppenform wird allein durch verschiedene Vorschubgeschwindigkeiten bewirkt.

Der in Abb. 1 dargestellte Modulator kann an jede normale Nahtschweißmaschine angeschlossen werden. Die dieser zugeführte Spannung wird um $\pm 25\,\%$ verändert. Dem entspricht eine Modulation der Schweißmaschinenleistung um $+56\,\%$ bis $-44\,\%$, da sich bekanntlich die Leistung quadratisch mit der Spannung ändert. Infolge der oszillierenden Leistung des Modulators sind im wesentlichen nur Reibungswiderstände zu überwinden; es wird deshalb nur eine sehr kleine Antriebsleistung benötigt. Die kurzzeitigen Leistungsteigerungen des Modulators erhöhen dabei die Arbeitsfähigkeit der Schweißmaschine gegenüber der Arbeitsweise mit stetiger Stromzufuhr, was einen überragenden Vorteil des Modulators bedeutet. Da dieser ferner ohne Schalt-Kontakte, also funkenfrei und geräuschlos arbeitet, ist er — im Gegensatz zu Schweißeinrichtungen mit Schaltern — unbegrenzt lebensfähig und völlig betriebsicher. Die Anschaffungskosten für den Modulator machen sich durch größere Wirtschaftlichkeit und verbesserte Arbeit in kürzester Zeit bezahlt.

Eine vollständige Nahtschweißmaschine mit Modulator ist in Abb. 3 gezeigt. Der Modulator liegt hinter der Maschine auf der Grundplatte und wird über ein Untersetzungsgetriebe von dem rechts sichtbaren Motor, der auch die Elektrodenrollen betätigt, angetrieben.

Digitized by Google

Stahlbeton-Hohlmaste

Duisburger Cementwarenfabrik
CARSTANJEN & CIE., DUISBURG
Abt. Betonschleuderwerk

KANDEM

KEGEL-
LEUCHTEN
mit unten offener Glocke

Besonders zweckmäßig
Besonders formenschön
Besonders preiswert

KÖRTING & MATHIESEN A.-G.
Leipzig-Leutzsch

ISRING HAUSEN
Qualität ist Ersparnis
D.R.W.Z.

Spezial-Federn
aus
Beryllium - Bronze-
Legierungen.

Stahlfedern für alle Verwendungszwecke.

Gebr. Isringhausen
G. m. b. H. Bielefeld

Akkumulatorenfachmann

langjähriger Leiter verschiedener Akkumulatorenfabriken, sucht neuen Wirkungskreis. Er ist in der Lage Akkufabriken von Grund auf einzurichten und zwar sowohl für Gitter und Masseplatten, als auch für Plantéplatten (GO). Er ist außerdem Fachmann in der Herstellung von Bleistaub und in der Reduktion von Bleischrot. Angebote unter **E. 3736** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbet.

Elektro - Ingenieur

mit engl. Sprachkenntnissen, 3jähr. Lehrzeit mit Gesellenprüfung, 6 Semest. an höh. Thür. Techn. Staatslehranstalten Hildburghausen (Ingenieurprüfung, theoret. Meisterprüfg. u. Refa-Kursus). Spezialgebiet: Licht- und Kraftanlagen, Freileitungs- u. Ortsnetzbau, sucht Stellung. Off. u. **E. 3739** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbeten.

Gleichrichter-Fabrik sucht per sofort oder ab 1. 1. 34

Physiker

mit guten Kenntnissen in **Electronic u. Wechselstromtheorie.** Bewerbungen m. Angabe der bisherigen Tätigkeit u. der Gehaltsansprüche nebst Zeugnisabschriften u. **E. 3741** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbet.

BETRIEBSLEITER gesucht!

Größeres Elektrizitätswerk (Stromverteilung) sucht für sofort einen erfahrenen Betriebsleiter, der bereits einem größeren Netzbetrieb vorgestanden hat und über die entsprechende Praxis verfügt. — Angebote mit Lebenslauf und Referenzen unter **E. 3733/W. 1000** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erb.

Dipl. Ing. sucht
Lehrtätigkeit an technischer Fachschule

Umfassende theor. und prakt. Kenntnisse a. allen Gebieten der Starkstrom-Technik. Spezialgebiete: Allgem. Elektrotechnik, elektr. Zentral. u. Anlag., Elektromeßtechn. Examen T. H. Darmstadt „gut". Mehrjährig. Tätigkeit bei Elektro-Großfirma, reiche Erfahrung. im Unterricht. Z. Zt. in ungekündigt. Stellung. Beste Zeugn., 31 J., Arier. Ang. u. **E. 3752** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erb.

Wir suchen zum baldigen Eintritt
mehrere

Konstrukteure

(Gruppenführer) für das gesamte Arbeitsgebiet des Elektromaschinenbaues mit besonderen Erfahrungen in der Konstruktion von Generatoren und Spezial-Antriebs-Motoren für Wechsel- und Gleichstrom, von den kleinsten bis zu Leistungen von mehreren 1000 kW.

Bewerbungen von nur erst. Kräften, enthaltend Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Referenzen, feste Gehaltsansprüche und Lichtbild, erbeten an

Deutsche Elektrizitäts-Werke
zu Aachen
— Garbe, Lahmeyer & Co. —
Aktiengesellschaft

Konstrukteur

mit **langjähriger Erfahrung** im Bau von Motorschutzschaltern i. Luft und unter Öl für Spez.-Fabrik n. Sachsen gesucht.

Offert. m. Zeugnisabschriften u. Gehaltsansprüchen erb. u. **E. 3747** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Die Stelle des [3746]

Direktors

der städt. Elektr.-Werke

ist zum 1. 1. 34 zu besetzen. Besoldung nach Gruppe 1 b der staatl. Besoldungs-Ordnung, vorbehaltlich einer Änderung nach Kap. VIII des Gesetzes v. 30. 6. 33.

Bedingungen: Vorbildung als Dipl.-Ing. oder Reg.-Baumeister, langjähr. prakt. Tätigkeit u. gründl. Kenntnisse in der Elektrotechnik, Wärmewirtschaft u. i. Tarifwesen.

Bewerb. mit ausführl. Angaben über Ausbildung, frühere und gegenwärt. Tätigkeit, Bild, Zeugnisabschr. u. Empfehlungen bis zum 15. 11. 33 an das Personalamt, Rathaus.

Magistrat Breslau.

Fortsetzung Seite 16.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 16. November 1933** **Heft 46**

Das hundertjährige Jubiläum der elektrischen Telegraphie.

Von **E. Feyerabend**, Staatssekretär a. D., Berlin.

Carl Friedrich Gauß, der große Mathematiker und Astronom an der Universität Göttingen, war gegen Ende der 20er Jahre des vorigen Jahrhunderts von Alexander von Humboldt gebeten worden, ihn bei der Erforschung der Erscheinungen des Erdmagnetismus, für den Humboldt sich seit langem aufs lebhafteste interessierte, durch eigene Untersuchungen zu unterstützen. Dadurch war der allumfassende Geist Gauß' auf das Gebiet der Physik, insbesondere des Magnetismus und der Elektrizität, gelenkt worden. Hier waren die wissenschaftlichen Erkenntnisse um jene Zeit noch nicht weit gediehen. Die großen Entdeckungen von Oersted, Ampère, Arago waren noch nicht 10 Jahre alt; das grundlegende Gesetz von Ohm war erst 1827 bekanntgegeben und in seiner Bedeutung noch nicht richtig gewürdigt; Elektromagnete planmäßig zu bauen, hatte Henry erst 1828 gelehrt; die magnetelektrische Induktion war noch nicht bekannt; als Stromquelle stand nur das nicht konstante Voltaelement zu Gebote. Es gab daher auch noch keine Instrumente, mit denen sich die verschiedenen Erscheinungen genau messen ließen; die Gelehrten waren bei ihren Forschungen darauf angewiesen, sich die erforderlichen Geräte selbst zu entwickeln und anzufertigen. So hatte sich auch Gauß zur Erforschung und Messung der Änderungen der erdmagnetischen Kräfte sein Magnetometer gebaut, das im wesentlichen aus einem schweren, waagerecht freischwingend aufgehängten Stabmagneten von langer Eigenschwingungsdauer bestand. Die Aufgabe war, die periodischen kleinen Schwingungen, in die die wechselnde Stärke des Erdmagnetismus den Magneten versetzte, nach Größe und Richtung mit möglichster Genauigkeit zu erfassen. Dazu bediente sich Gauß des 1826 von Poggendorff angegebenen, sehr empfindlichen Verfahrens der Spiegelablesung mittels Fernrohrs und Skala. An diesen Beobachtungen beteiligte sich der 1831 als Leiter des Physikalischen Instituts der Universität nach Göttingen berufene ausgezeichnete junge Physiker Wilhelm Weber aus Halle. Zur gleichzeitigen Messung der erdmagnetischen Kräfte an örtlich verschiedenen Stellen stellten Gauß und Weber Magnetometer sowohl in der Sternwarte als auch in dem damaligen Physikalischen Institut auf, die in der Luftlinie rund 1000 m voneinander entfernt lagen, später auch noch in dem 1834 eingerichteten magnetischen Observatorium in der Nähe der Sternwarte.

Carl Friedrich Gauß.

Wilhelm Weber.

Das war die Zeit, um die Michael Faraday die wichtige Entdeckung der elektromagnetischen Induktion machte (August 1831), die den Physikern neue Anregung gab, sich mit den galvanischen, thermoelektrischen und magnetelektrischen Erscheinungen eingehender zu beschäftigen, stand doch nun durch Bewegen von Drahtspulen im Felde eines Stahlmagneten ein Verfahren zur Verfügung, Ströme von bestimmter Richtung und gleichzuhaltender Spannung zu erzeugen, die sich zu elektrischen Untersuchungen gut verwenden ließen.

Für Männer von so tiefem Wissen und so geistvoller Schöpfungskraft wie Gauß und Weber lag der Gedanke nicht fern, ihre Magnetometer zu empfindlichen Galvanometern auszugestalten, indem sie den Magnetstab nach dem von Schweigger angegebenen Verfahren mit Mul-

Digitized by Google

tiplikatorspulen von entsprechender Größe umgaben. Damit waren aber, gewissermaßen als Nebenerzeugnis, auch die technischen Mittel für die Einrichtung eines elektrischen Nadeltelegraphen gewonnen. Denn nun konnte der Magnetstab beim Senden von Strömen verschiedener Richtung durch die Spulen willkürlich aus der Ruhelage nach rechts oder links abgelenkt werden, und aus vereinbarten Kombinationen der Ausschläge ließ sich leicht eine Zeichensprache bilden. Das Verfahren war im Prinzip nicht neu; Ampère hatte als erster gleich nach dem Bekanntwerden von Oersteds Entdeckung der Ablenkung der Magnetnadel durch einen stromdurchflossenen Leiter vorgeschlagen, diese Erscheinung zu einer elektrischen Telegraphie zu verwerten; bis Ende 1832 war aber die Anregung über den Vorschlag hinaus nirgends weiter gediehen. Um diese Zeit — eine genaue Angabe fehlt — stellte Baron Schilling von Cannstadt, ein vielseitig gebildeter russischer Diplomat deutscher Abstammung in St. Petersburg, das Modell eines Mehrfachnadeltelegraphen her, das im Grundgedanken richtig angelegt, in der mechanischen Ausführung aber, wenigstens um 1833, noch nicht genügend durchgebildet war, um für praktische Zwecke verwendet werden zu können.

Ungefähr um die gleiche Zeit — Anfang 1833 — hatten auch Gauß und Weber mit ihren Magnetometer-Galvanometern einen elektrischen Telegraphen zwischen der Sternwarte und dem Physikalischen Kabinett hergestellt. Es unterliegt keinem Zweifel, daß sie dazu nicht durch die Versuche von Schilling von Cannstadt angeregt worden waren. Ihre Einrichtung sollte zweierlei Zwecken dienen, und nur dafür war sie zunächst getroffen: sie sollte ihnen die Möglichkeit geben, Zeitzeichen für die gleichzeitig auszuführenden magnetischen Messungen zwischen den beiden Beobachtungspunkten auszutauschen, und sie sollte ferner bei der Untersuchung der Fernwirkung elektrischer Ströme benutzt werden. Für beide Zwecke brauchten die beiden Forscher eine Drahtleitung, die die beiden Beobachtungstellen miteinander verband. Es ist das Verdienst von Wilhelm Weber, das auch historisch und entwicklungstechnisch wichtig ist, diese erste oberirdisch geführte Telegraphenleitung über die Dächer und Türme der Stadt angelegt zu haben. Aus dem noch vorhandenen Schriftwechsel Webers mit dem Magistrat von Göttingen kennen wir genau die Einzelheiten der Herstellung und Führung der Leitung; sie war zunächst aus dünnem blanken Kupferdraht hergestellt, der aber wegen nicht genügender Haltbarkeit bald durch 1,1 mm starken weichen Stahldraht ersetzt wurde. Diese aus Hin- und Rückleitung bestehende „Kette" ist bis zu dem Zeitpunkt, als Weber als einer der „Göttinger Sieben" seines Lehrstuhls verlustig ging, von den beiden Gelehrten regelmäßig benutzt worden. Im Dezember 1845 ist sie durch einen außergewöhnlich heftigen Blitzschlag zerstört worden.

In dem Maße, in dem Gauß und Weber ihre Einrichtungen zum Geben und Empfangen der Signale vervollkommneten und sich auch eine größere Gewandtheit im „Telegraphieren" aneigneten, benutzten sie ihren Telegraphen mehr und mehr auch zum regelmäßigen Austausch von Mitteilungen, waren sie doch außer durch ihre wissenschaftlichen Interessen auch durch enge Freundschaft einander verbunden.

Damit sind Gauß und Weber die ersten gewesen, die den elektrischen Strom mit Erfolg in den Dienst des Nachrichtenwesens gestellt haben, und damit haben sie das Zeitalter der Telegraphie eingeleitet.

Seit jener bedeutsamen Tat sind hundert Jahre vergangen. Die Universität Göttingen, in deren Besitz sich noch von Gauß und Weber benutzte Originalapparate befinden, und die Gesellschaft der Wissenschaften haben das Jubiläum zum Anlaß einer gemeinsamen Feier gemacht, die am 18. XI. stattfinden wird, und die Deutsche Reichspost hat als Trägerin des Telegraphenregals in Deutschland aus dem gleichen Anlaß eine Denkschrift mit dem Titel „Der Telegraph von Gauß und Weber im Werden der elektrischen Telegraphie" herausgegeben, in der aus zahlreichen Veröffentlichungen aus der Zeit vor hundert Jahren und aus Briefen von Gauß u. a. auch der Nachweis erbracht wird, daß die Einrichtungen von Gauß und Weber alle Erfordernisse erfüllten, die sie zu einem brauchbaren Nadeltelegraphen stempelten, und daß sich ihre Erfinder der Bedeutung ihrer Einrichtungen als eines elektrischen Telegraphen voll bewußt gewesen sind. Damit wird der Einwand derer widerlegt, die später behauptet haben, die Einrichtungen hätten nur wissenschaftlichen Zwecken gedient und könnten nicht als elektrischer Telegraph angesehen werden.

Die Erfindung des Telegraphen ist beiden Gelehrten gemeinsam zuzuschreiben, denn sie haben selbst niemals eine Trennung ihrer Anteile versucht. Es ist aber bekannt, daß Gauß den Geber (Induktor und Kommutator), Weber die Anrufvorrichtung am Empfänger und die Leitungsanlage geschaffen hat. Mit unseren Augen betrachtet, erscheinen alle diese Einrichtungen einfach, ja primitiv, und doch stellten sie zu ihrer Zeit eine Großtat wissenschaftlicher Technik dar, die unter den Gelehrten, soweit sie davon Kenntnis erhielten, Aufsehen erregte. Gauß nennt in seinen Briefen und Veröffentlichungen Webers Leitungsanlage wiederholt „großartig und in ihrer Art einzig"; er berichtet Alexander von Humboldt, daß Weber „beim Ziehen der Drähte eine unbeschreibliche Geduld bewiesen habe", fast unzählige Male seien die Drähte wieder gerissen. Das ist auch nicht zu verwundern, wenn wir aus Webers Schriftwechsel mit dem Magistrat Göttingen erfahren, daß Weber zuerst einen versilberten Kupferdraht, dessen Dicke „nicht viel die eines Haares übersteigt", an einem durch die Luft gespannten „Bindfaden frei schwebend aufgehängt" hat. An seinen Freund, den Astronomen Olbers in Bremen, schreibt Gauß am 20. XI. 1833, daß aus der Benutzung der ganzen Einrichtung schon „manche imposante, zum Teil anfangs überraschende Versuche und Erfahrungen hervorgegangen" seien. Er spricht sein Erstaunen darüber aus, daß er mit einem Plattenpaar, nicht größer als ein Taler, und reinem Brunnenwasser als galvanischem Element eine nicht kleinere Wirkung erzielt hätte als mit noch so großen Platten und noch so starken Säuren. Man sieht, wie die beiden Forscher sich zuerst noch tastend auf Neuland bewegten. Und doch spricht Gauß schon in dem genannten Brief an Olbers die Überzeugung aus, „daß unter Anwendung von hinlänglich starken Drähten auf diese Weise auf einen Schlag von Göttingen nach Hannover oder von Hannover nach Bremen telegraphiert werden könnte".

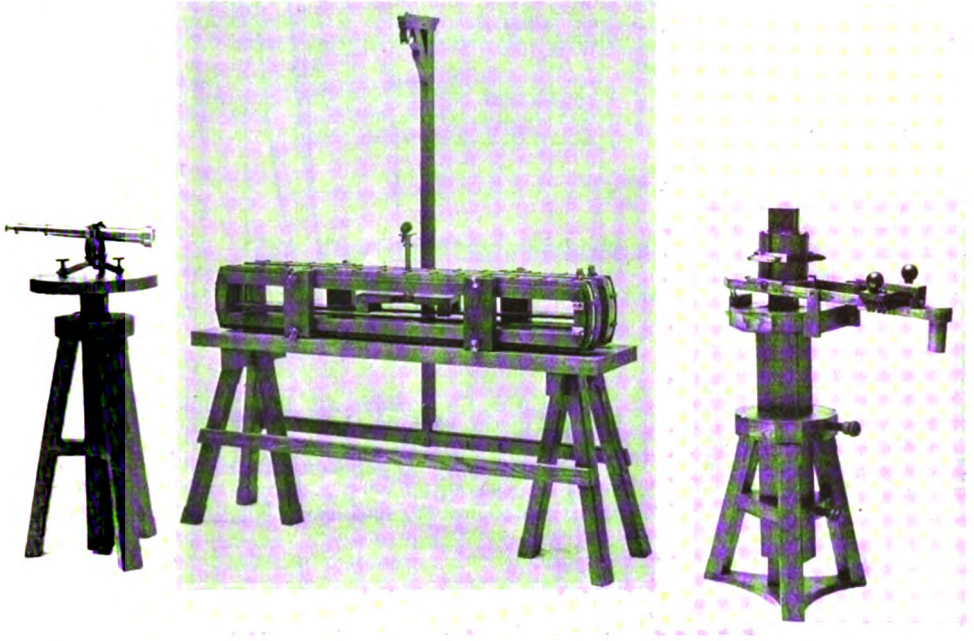
In Faradays Briefwechsel befindet sich ein Brief, den der Astronom Hansteen aus Christiania ihm nach einem Besuch bei Gauß geschrieben hat und in dem er sagt, Gauß sei der erste gewesen, der seine (Faradays) Entdeckung der elektromagnetischen Induktion angewendet habe, um telegraphische Signale von der Sternwarte nach dem physikalischen Kabinett über eine Entfernung von fast einer engl. Meile zu geben. Gauß hatte in der Tat nach den ersten ihn nicht befriedigenden Versuchen mit Voltaelementen einen „Induktionsmultiplikator" oder „Induktor" gebaut, den er von da ab als Stromerzeuger und auch als Geber für seinen Telegraphen benutzte. Der Geber enthält einen kräftigen Stabmagneten, der von einem Stativ in senkrechter Stellung gehalten wird. Auf das freie obere Ende des Magneten ist eine zylindrische Drahtspule lose geschoben, die sich aufwärts und abwärts bewegen läßt. Bei dem Auf- und Abwärtsbewegen entstehen in der Spule durch Magnetinduktion kurze Stromstöße entgegengesetzter Richtung. Bei der zuletzt verwendeten Bauart der Gebereinrichtung (in der Abbildung auf der rechten Seite) ruht die Induktorspule auf dem linken Ende eines zweiarmigen Hebels, der in seinem Mittelpunkt um eine waagerechte Achse drehbar gelagert ist. Das rechte Ende trägt ein Gegengewicht und einen Stromwender in Form einer Wippe mit zwei kugelförmigen Griffen. Erfaßt man diese mit beiden Händen, so kann man den rechten Hebelarm leicht nach unten drücken, während er, losgelassen, durch das Übergewicht der Spule von selbst in die Ruhelage zurückgeführt wird. Bei diesen Bewegungen wird gleichzeitig die Spule auf dem Magnetstab um ein kurzes Stück aufwärts und abwärts geschoben. Die dadurch entstehenden entgegengesetzt gerichteten Wechselstrom-Halbwellen fließen über den Stromwender in die Leitung nach dem fernen Empfänger, können aber durch stärkeren Druck auf den einen oder den anderen der kugelförmigen Griffe der Wippe nach Belieben in ihrer Richtung umgekehrt werden.

Der Empfangsapparat (in der Mitte der Abbildung) besteht aus zwei auf Holzrahmen aufgebrachten Multiplikatorspulen und aus dem waagerecht freischwingend aufgehängten Stabmagneten, der sich in dem durch die Multiplikatorrahmen umschlossenen Innenraum bewegen kann. Der Empfangsapparat muß so aufgestellt werden, daß die Multiplikatorspulen mit ihrer Längsachse im magnetischen Meridian liegen. An dem Aufhängedraht des Magneten ist ein Spiegelchen starr befestigt. Fließen die von der Geberstelle gesandten Stromstöße durch die Multiplikatorspulen, so wird der Magnetstab, je nach der Stromrichtung, nach rechts oder links aus seiner Gleichgewichtslage abgelenkt. Auch die kleinsten Ablenkungen werden deutlich erkennbar, wenn man mit dem Fernrohr

Digitized by Google

(im Bilde links) das Spiegelbild der mit dem Fernrohr fest verbundenen Skala in dem Spiegelchen am Aufhängedraht beobachtet. Das im Fernrohr erscheinende Skalenbild wandert bei Ausschlägen des Magnetstabs im einen oder anderen Sinne nach rechts oder links.

Bewunderungswürdig ist die Art und Weise, wie Gauß und Weber es zuwege gebracht haben, die wechselnden Ausschläge des schweren Magnetstabes fast sofort wieder zu hemmen, um den Empfänger für das nächste Telegraphierzeichen bereit zu machen. Dadurch daß jeder Halbwelle des Zeichenstroms beim Loslassen des Geberhebels selbsttätig eine entgegengesetzt gerichtete Halbwelle von gleicher Stärke folgt, macht der Magnetstab jedesmal nur eine kurze Zuckung, die aber mittels der Spiegelablesung deutlich erkennbar bleibt. Außerdem hatte Gauß schon früh die beruhigende Wirkung erkannt, die in sich geschlossene, den Magnetstab umgebende Drahtspulen oder massive metallene Mäntel auf die Bewegung des Stabes ausüben, und hatte solche „Dämpfer", wie er sie nannte, in den verschiedensten Ausführungsformen mit seinen Magnetometern verbunden. Infolgedessen ließen sich die Zeichen so schnell geben, daß bis zu 9 Buchstaben in der Minute übertragen werden konnten. Die Buchstaben und Ziffern wurden durch Kombinationen von Rechts- und Linksablenkungen gebildet.



Fernrohr Empfangsgerät Geber

Die Telegraphenapparate von Gauß und Weber (1833) nach den Originalen in der Universität Göttingen.

Zur Erzeugung eines Anrufsignals hatte Weber im Empfangsapparat seitlich neben dem einen Ende des Magnetstabes den Auslösehebel für ein mechanisches Klingelwerk angebracht. Gegen diesen Hebel stößt der Magnetstab und löst das Triebwerk aus, wenn er durch mehrere annähernd im Zeitmaß seiner Eigenschwingung wiederholte, vom fernen Ende gesandte Stromimpulse gleicher Richtung zu immer weiterem Ausschwingen gebracht wird.

Gauß und Weber haben weder die Zeit noch die Geldmittel gehabt, sich auch Aufgaben mehr praktischer Natur zu widmen; ihre ganze Tätigkeit war der reinen Wissenschaft und ihrer Lehre gewidmet. Gauß hat daher schon im Herbst 1835 den als Gelehrten und geschickten Konstrukteur von ihm hochgeschätzten Steinheil in München angeregt, den Telegraphenapparat in eine für die besonderen Bedürfnisse des allgemeinen Nachrichtenverkehrs geeignetere Form zu bringen. Er war sich darüber klar, daß die übermittelten Zeichen dem Ohr vernehmbar gemacht und möglichst auch mit bleibender Schrift aufgezeichnet werden mußten und daß der ganze Apparat zugleich handlicher und leichter gestaltet werden mußte. Dieser Aufgabe hat sich Steinheil mit großem Eifer angenommen und sie in den Jahren 1836/37 in glänzender Weise gelöst. Als Weber Ende 1837 aus politischen Gründen seines Amtes entsetzt und Gauß dadurch der Mitarbeiter und treue Freund entzogen wurde, verlor er mehr und mehr das Interesse an den elektrischen und magnetischen Untersuchungen und wandte sich wieder der Mathematik und Astronomie zu. Damit hörte auch seine Weiterarbeit an der Entwicklung der elektrischen Telegraphie auf.

Die elektrische Telegraphie teilt das Schicksal vieler anderer großer Erfindungen: als ihre Zeit gekommen war, beschäftigte man sich an verschiedenen Stellen und fast gleichzeitig mit der Aufgabe, und daraus haben sich leider manche unerfreuliche Prioritätsstreitigkeiten entwickelt. Gauß, Weber und Steinheil waren persönlich nicht daran beteiligt, denn sie hatten ihre Erfindungen und Erfahrungen selbstlos anderen überlassen; aber das gerade war mit ein Grund, weshalb die grundlegenden Schöpfungen dieser ersten Pioniere von später gekommenen nicht genügend gewürdigt wurden. Derjenige, der am hartnäckigsten um den Anspruch gekämpft hat, die elektrische Telegraphie erfunden oder zum mindesten erst lebensfähig gemacht zu haben, war der amerikanische Maler Morse. Indem er sich rein äußerlich an die Übersetzung des griechischen Wortes „Telegraph" = Fernschreiber klammerte, behauptete er, daß die Nadeltelegraphen überhaupt keine Telegraphen, sondern nur elektrisch betriebene Semaphore, d. h. Fernweiser seien. Sein Apparat sei der erste in die Ferne schreibende Telegraph gewesen. Gegenüber dem Hinweis auf Steinheils Nadeltelegraph, der ebenfalls die Zeichen aufschrieb, erklärte er seine Priorität. Er leitete nämlich die Erfindung seines elektromagnetischen schreibenden Telegraphen vom Oktober 1832 her, wo er sie in vollem Umfange im Geiste erfaßt haben will. Er hat diese angeblich restlose Erfindung aber erst 4 Jahre später in einem Modell zu verwirklichen versucht und dieses erst im Herbst 1837 unter sachverständigerer Hilfe eines anderen so weit entwickelt gehabt, daß man das immer noch rohe, für den praktischen Betrieb nicht geeignete Gerät allenfalls als eine Verkörperung seiner Erfindergedanken gelten lassen kann. Seine Patentanmeldung trägt das Datum des 7. IV. 1838. Um diese Zeit war aber der schreibende Nadeltelegraph von Steinheil bereits in erfolgreicher praktischer Benutzung. Morses Apparat hat die Feuerprobe der Praxis zum ersten Male am 27. V. 1844 auf der Versuchslinie von Washington nach Baltimore bestanden, als in England schon längst Nadel- und Zeigertelegraphen im praktischen Verkehr standen und der Zeigertelegraph auch bereits in Deutschland seinen Einzug gehalten hatte. Es bleibt das unbestrittene Verdienst Morses und seiner Mitarbeiter, eine Ausführungsform des schreibenden elektromagnetischen Telegraphen gefunden zu haben, die durch ihre Einfachheit, Betriebsicherheit und Leistungsfähigkeit die älteren Nadel- und Zeigertelegraphen zurückgedrängt und sich nach vielen Verbesserungen schließlich Weltgeltung verschafft hat. Man kann daher Morse wohl als den Schöpfer der neuzeitlichen Telegraphie bezeichnen, der Erfinder des elektrischen Telegraphen ist er aber nicht. Dessen Wiege stand vielmehr in Deutschland, und das Geburtsjahr war das Jahr 1933, dessen hundertjährige Wiederkehr wir mit dem Anspruch auf geschichtliche Wahrheit nunmehr begehen dürfen.

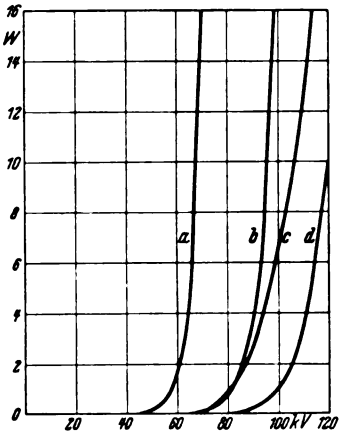
Digitized by Google

Koronaverluste bei hoher Gleichspannung.

Von Erwin Marx und Heinz Göschel, Braunschweig.

Übersicht. Es wird über vergleichende Messungen der Koronaverluste an in der Praxis gebräuchlichen Leiterseilen bei hoher Gleich- und Wechselspannung berichtet. Die Messungen zeigen, daß die Anfangspannung bei Gleichspannung höher liegt als bei Wechselspannung (Scheitelwert). Bei positivem Leiter liegt die Anfangspannung wesentlich höher und die Verluste sind viel kleiner als bei negativem Leiter.

Außer einigen Versuchen an sehr dünnen Drähten[1] sind den Verfassern Veröffentlichungen über Gleichstrom-Koronaverluste nicht bekannt. Da die Übertragung von elektrischer Energie mit Hilfe von hochgespanntem Gleichstrom in letzter Zeit durch große Fortschritte auf dem Gebiete der Stromrichter[2] und durch Entwicklung von Ventilen für sehr hohe Spannungen und Leistungen[3] praktisch durchführbar ist, erscheint es angebracht, die Ergebnisse vergleichender Messungen der Gleich- und Wechselspannungskorona, die im Hochspannungsinstitut der T. H. Braunschweig an einigen üblichen Leiterseilen durchgeführt wurden, kurz mitzuteilen.

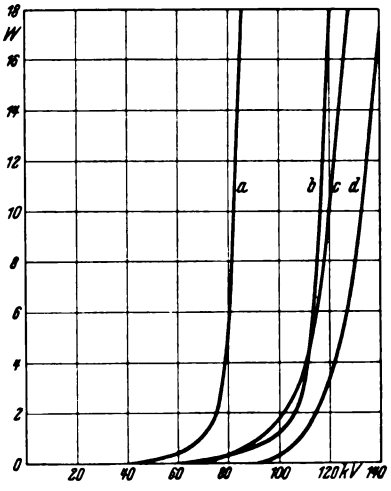


a bei 50 Hz (Effektivwert)
b bei 50 Hz (Scheitelwert)
c bei negativer Gleichspannung
d bei positiver Gleichspannung

Abb. 1. Koronaverluste eines normalen Kupferseiles von 70 mm² Querschnitt.

Die untersuchten Leiter wurden zentrisch in eine senkrecht hängende Meßreuse eingespannt. Die Leiterlänge, auf der die Verluste gemessen wurden, betrug 6,9 m, der Durchmesser des Außenzylinders auf der Meßstrecke 2 m. Außerhalb dieser Meßlänge waren in üblicher Weise[4] nach Art eines Petersen-Kondensators an dem äußeren Zylinder Schirmzylinder mit allmählich größer werdendem Durchmesser angebracht. Da es den Verfassern ausschließlich auf einen Vergleich zwischen den Koronaverlusten bei Wechselspannung und bei Gleichspannung ankam, sind die Verluste einfach in Watt angegeben; diese Werte gelten also für die Meßlänge von 6,9 m. Die untersuchten Leiter waren neu. Die Oberflächenbeschaffenheit war jedoch nicht ganz gleichartig. Eine besondere Oberflächenbehandlung wurde nicht vorgenommen. Häufige Wiederholung der Messungen ergab eine gute Übereinstimmung der Meßwerte[5]. Eine Messung bei Regen war wegen der senkrechten Aufhängung der Reuse nicht möglich.

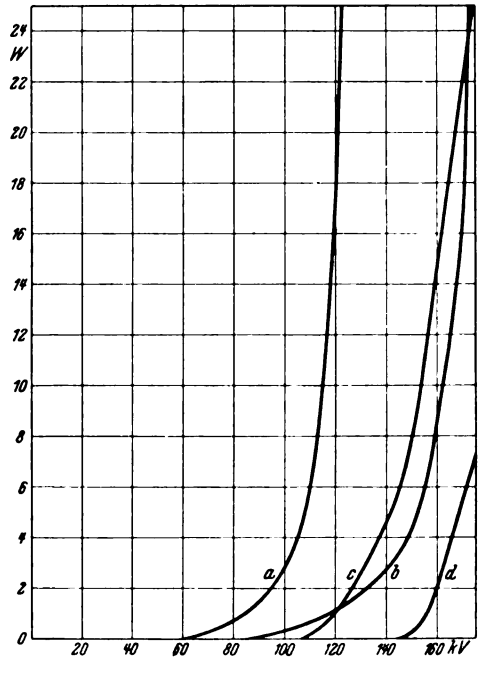
Die Wechselspannung wurde einem Prüftransformator von 200 kVA und 500 kV gegen Erde entnommen. Die Verlustmessung bei Wechselspannung erfolgte mit der Schering-Brücke. Die Gleichspannung wurde durch Anschluß zweier in Reihe geschalteter Glühventile für 250 kV Sperrspannung an diesen Transformator gewonnen. Die richtige Verteilung der Sperrspannung auf die beiden Ventile wurde dabei durch Erdung der Verbindungsleitung der beiden Ventile über einen hohen Widerstand erzwungen[6]. Die Glättung der Gleichspannung erfolgte durch eine Kapazität von 0,005 μF. Die Verluste bei Gleichspannung wurden mit einem Drehspul-Strommesser ermittelt.



a bei 50 Hz (Effektivwert)
b bei 50 Hz (Scheitelwert)
c bei negativer Gleichspannung
d bei positiver Gleichspannung

Abb. 2. Koronaverluste eines normalen Kupferseiles von 120 mm² Querschnitt.

Die Abb. 1 ··· 3 zeigen die aufgenommenen Werte. Die Verlustkurven sind des besseren Vergleiches wegen sowohl für die Effektivwerte wie für die Scheitelwerte der Wechselspannung angegeben. Betrachten wir zunächst die Anfangspannung der Glimmentladung, so ist festzustellen, daß bei allen drei Leitern die Anfangspannung bei Gleichspannung höher liegt als beim Scheitelwert der Wechselspannung. Der Unterschied zwischen den Anfangspannungen wächst mit wachsendem Leiterdurchmesser. Ferner ist festzustellen, daß bei positivem Leiter die Anfangspannung erheblich höher liegt als bei negativem. Diese Tatsache ist bereits aus dem Schrifttum bekannt. An einer stark gekrümmten Elektrode tritt stets das Glimmen früher auf, wenn diese



a bei 50 Hz (Effektivwert)
b bei 50 Hz (Scheitelwert)
c bei negativer Gleichspannung
d bei positiver Gleichspannung

Abb. 3. Koronaverluste eines Kupfer-Hohlseiles von 25 mm Dmr.

[1] Vgl. z. B. J. E. Almy, Amer. J. Sci. Bd. 12, S. 175 (1901). A. Watson, J. Instn. electr. Engr. Bd. 45, S. 5 (1910). S. P. Farwell, Proc. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 33, S. 1693 (1914). C. S. Fazal u. S. R. Parsons, Physic. Rev. Bd. 23, S. 598 (1924). A. W. Simon, Proc. Nat. Acad. Amer. Bd. 14, S. 279 (1928). F. W. Peek, Dielectric Phenomena in High-Voltage Engineering, Verlag McGraw-Hill Book Company, New-York 1929. W. O. Schumann, Hochspannungstechnik, Handbuch für Experimentalphysik Bd. 10, Leipzig 1930.

[2] S. z. B. M. Schenkel, ETZ Bd. 53, S. 761 (1932). A. Rachel u. K. Rissmüller, Elektr.-Wirtsch. Bd. 31, S. 462 (1932). W. Wechmann, R. Tröger, Meyer-Delius, O. Löbl u. M. Schenkel, El. Bahnen Bd. 8, S. 46 (1932). H. Laub, Arch. Elektrotechn. Bd. 27, S. 215, (1933), ferner in O. Burger, Berechnung von Gleichstromkraftübertragungen, Verlag Julius Springer, Berlin 1932. O. K. Marti, H. Winograd, O. Gramisch, Stromrichter, Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin 1933.

[3] Erwin Marx, Lichtbogen-Stromrichter für sehr hohe Spannungen und Leistungen, Verlag Julius Springer, Berlin 1932; ETZ 1932, S. 737; ETZ 1933, S. 396. H. Buchwald, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50, S. 553 (1932). H. Göschel, Tekn. T. Bd. 62 (1932). Elektrotechnik, S. 185; Z. VDI Bd. 77, S. 291 (1933). W. Böhlau, Elektr.-Wirtsch. Bd. 32, S. 45 (1933).

[4] Z. B. G. Kubach, Dissertation T. H. Darmstadt 1927, S. 15; R. Schien, Dissertation T. H. Braunschweig 1927, S. 27.

[5] Ausführung der Versuche durch Gerhard Köke.

[6] Erwin Marx, ETZ 1930, S. 1029.

Digitized by Google

Elektrode negativ ist[7]. Auch dieser Unterschied zwischen den Anfangspannungen wächst mit wachsendem Leiterdurchmesser.

Die Verlustkurven zeigen zunächst die eigenartige Erscheinung, daß die Verluste bei negativem Leiter die Verluste bei Wechselspannung von gleichem Scheitelwert auf gewissen Strecken überschneiden. In einem bestimmten Spannungsbereich sind also die Wechselspannungsverluste (Scheitelwert) etwas geringer als die Verluste bei Gleichspannung und negativem Leiter.

Die Verluste bei positivem Leiter sind in allen Fällen ganz erheblich kleiner als die Verluste bei Wechselspannung von gleichem Scheitelwert und die bei negativem Leiter. Das ist eine für die Praxis äußerst wichtige Beobachtung. Man wird demnach bei einer Kraftübertragung mit sehr hoher Gleichspannung entweder nur den positiven Leiter verwenden oder den negativen Leiter mit größerem Durchmesser ausführen als den positiven, oder man wird die Spannung der Leiter gegen Erde verschieden hoch machen, um möglichst geringe Gesamtverluste zu erhalten. Alle diese Wege sind praktisch ohne weiteres denkbar.

Wie aus den Verlustkurven zu ersehen ist, kann bei positivem Leiter die Spannung gegen Erde etwa 20 ··· 30% höher gewählt werden als der Scheitelwert der Wechselspannung oder im Mittel 1,75mal höher als der Effektivwert der Wechselspannung.

Da die Übertragungsleistung einer Leitung bei gleichen prozentualen Leistungsverlusten mit dem Quadrat der Spannung wächst, kann man also mit dem gleichen Leiterdurchmesser bei Verwendung positiver Gleichspannung die dreifache Leistung gegenüber Wechselspannung übertragen, ohne daß dabei die Koronaverluste höher werden.

Die Messungen wurden mit Instrumenten der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft und der Helmholtz-Gesellschaft durchgeführt.

Es sei am Schlusse der Hoffnung Ausdruck gegeben, daß recht bald an verschiedenen Stellen Messungen mit hohen Gleichspannungen über die Koronaverluste bei verschiedenem Leiterdurchmesser und verschiedener Oberflächenbeschaffenheit, trocken und bei Regen, ferner über die Überschlagspannung von Isolatoren, trocken, bei Regen und bei Verschmutzung, schließlich über den Durchschlag fester Isolatoren, insbesondere von Kabeln durchgeführt werden, so daß diese zum größten Teil noch fehlenden Grundlagen für die Bemessung der Isolatoren und der Leiter bei sehr hohen Gleichspannungen bald zur Verfügung stehen. Solche Untersuchungen werden die Durchführung der Gleichstrom-Kraftübertragung, die ja für die Weiterentwicklung der elektrotechnischen Kraftwirtschaft von der größten Bedeutung ist, sehr fördern.

[7] W. O. Schumann, Elektrische Durchbruchfeldstärke von Gasen. Verlag Julius Springer, Berlin 1923; Erwin Marx, Arch. Elektrotechn. Bd. 24, S. 61 (1930); Lichtbogen-Stromrichter für sehr hohe Spannungen und Leistungen, Verlag Julius Springer, Berlin 1932.

Die Elektrizitätswirtschaft der V. S. Amerika 1932.

Von **Arthur Hamm**, Breslau.

(Schluß von S. 1068.)

Die Zahlentafel 6 zeigt die Entwicklung der Einnahmen in den letzten Jahren, ferner die Betriebsausgaben ohne Zinsen, Steuern, Abschreibungen und Rücklagen. Im Gegensatz zu der Entwicklung der Erzeugung weist hier auch die Einnahme aus häuslichem Stromabsatz einen Rückgang auf, der allerdings nur unerheblich ist, aber bei gestiegenem Absatz eine schon merkliche Senkung der Strompreise erkennen läßt. Z. T. dürfte hier eine Wirkung verstärkten Angebots von inducement tariffs hervortreten, z. T. aber auch die zunehmende Verwendung von Apparaten, die mit billigem Nachtstrom arbeiten, oder von Herden, die ebenfalls verbilligten Strom beziehen. Die kleinen gewerblichen Abnehmer erbringen um 7,1 % weniger als im vergangenen Jahre, während der Rückgang gegenüber dem Spitzenjahre 1930 nur 8,5 % betrug. Im gleichen Zeitraume ging der Stromabsatz an diese Abnehmergruppe nur um 7,5 % zurück, ein Zeichen dafür, daß ihr noch Preiszugeständnisse gemacht worden sind, wie es in Krisenzeiten wohl überall vorkommt. Erheblich stärker war der Rückgang sowohl des Stromabsatzes als auch der Einnahmen bei den Großabnehmern. Hier liegt bezeichnenderweise auch das Spitzenjahr schon in 1929, damals nahm diese Abnehmergruppe im ganzen 44,3 Mrd kWh, also 46,6 % der Gesamterzeugung ab, wofür sie 613 Mill $ oder 29,1 % der gesamten Einnahmen der Elektrizitätswerke entrichtete. Im Jahre 1931 war die Abnahme immerhin erst um 13 % auf 38,45 Mrd gefallen, aber im Berichtsjahre ging sie weiter zurück auf 31 Mrd, so daß gegenüber dem Spitzenjahre der Rückgang volle 30 % beträgt, sie macht damit nur noch 37,3 % der Gesamterzeugung aus. Die Einnahmen dagegen erfuhren nur einen Rückgang um 22,6 %, was bei geringerer Ausnutzung des Anschlußwertes durchaus natürlich ist. Diese Abnehmergruppe erbringt heute nur noch 24 % der Gesamteinnahmen.

Einen merklichen Rückgang weist auch der Stromabsatz an Bahnen auf, und zwar sowohl der an Eisenbahnen als auch an eigene Bahnabteilungen, d. h. wohl ausnahmslos Straßenbahnen. Hier ist das Spitzenjahr ebenfalls 1929, der Rückgang bis zum Berichtsjahre beträgt 17 %, der Rückgang der Einnahmen 16 %, also fast ebenso viel. Bei Straßenbahnen weist das erste Jahr 1927, in dem ihre Stromabnahme in der Statistik gesondert erfaßt ist, auch die Spitze ihres Verbrauches auf, was aber doch ziemlich unwahrscheinlich und wohl in Veränderungen der Statistik begründet ist. Vom Jahre 1929 bis 1932 betrug auch hier der Rückgang nicht weniger als 31 %, er ist also auf alle Fälle sehr groß. Einnahmen aus diesem Stromabsatz werden natürlich nicht ausgewiesen.

Zahlentafel 6. Einnahmen der Elektrizitätswerke (in 1000 $)*.

Jahr	gesamte Einnahme	häusliche Abnehmer	gewerblicher Kleinverbrauch	Großverbrauch	Städte und verschiedene Abnehmer	Bahnen	Sonstige	Ausgaben für Erweiterung	Ausgaben für Betrieb
1928	1 941 955	571 620	519 957	549 980	90 695	52 048	157 646	786 977	866 350
1929	2 105 900	618 799	555 640	613 171	98 646	52 264	167 580	866 344	934 890
1930	2 151 150	664 441	575 598	890 992	107 841	52 083	160 195	960 190	946 180
1931	2 137 490	695 100	568 640	553 600	110 300	49 500	150 290	633 415	913 910
1932	1 979 000	670 000	527 000	475 000	114 000	44 000	149 000	260 000	839 630

* Weil die Umrechnung zur Goldparität ein falsches Bild geben würde, ist der Dollar als Währungseinheit gewählt.

Zu recht eigenartigen Ergebnissen führt ein Vergleich zwischen ausgesprochenen Überlandwerken und ausschließlich städtischen Werken. Von der Schriftleitung der Electrical World wurden 56 große und in ihrer Art charakteristische Gesellschaften ausgesucht, 31 aus der Gruppe der Überlandwerke, 25 aus der Gruppe der städtischen Werke. Eine Gewähr dafür, daß die ermittelten Einheitswerte von Zufälligkeiten frei sind, bietet der Umstand, daß die untersuchten Gesellschaften zusammen eine installierte Leistung von 13,7 Mill kW haben, das sind 37,9 % der gesamten Leistungsfähigkeit der Kraftwerke der V. S. Amerika. Die Zahl ihrer Stromabnehmer beträgt 8 650 000, also ebenfalls 35,8 % aller in den V. S. Amerika vorhandenen, die Stromeinnahmen entsprechen mit 716 Mill $ gleichfalls 36,2 % der von sämtlichen Elektrizitätswerken überhaupt vereinnahmten Summen. 378,8 Mill $ oder 53 % der Einnahmen wurden im Betriebsjahre 1932 für Betriebsausgaben, Unterhaltung und Steuern verwendet. Der Buchwert ihrer Anlagen beträgt 4,232 Mrd $, denen eine fundierte Schuld von 1,75 Mrd $ gegenüber steht. Der Buchwert des Aktienkapitals beträgt 2,1 Mrd $, weitere Einzelheiten sind in der folgenden Zahlentafel 7 enthalten, in der indessen nur die für die ganze Gruppe sich ergebenden Werte wiedergegeben sind. Man sieht

Digitized by Google

Zahlentafel 7. Einheitswerte für großstädtische und Überlandwerke.

	Kilowattstunden je Abnehmer	Kilowattstunden je kW	kW je Abnehmer	$ Roheinnahme je kW	$ Roheinnahme je kWh	$ Roheinnahme je $ Buchwert	$ Roheinnahme je Abnehmer	$ Betriebsausgaben je kWh	$ Betriebsausgaben je $ Roheinnahme	Buchwert je kW	Buchwert je kWh	Buchwert je Abnehmer	fundierte Schuld je kW	fundierte Schuld je kWh	fundierte Schuld je $ Buchwert
Überlandwerke	6 600	3 180	2,07	48	0,0153	0,127	101	0,0074	0,48	383	0,12	795	174	0,0548	0,45
städtische Werke	3 210	2 370	1,35	55	0,0231	0,204	74	0,0129	0,56	268	0,113	364	95	0,04	0,35

daraus, daß die Überlandwerke je Abnehmer mehr als doppelt so viel kWh absetzen als die städtischen Werke, ebenso ist ihre Kapazität je Abnehmer 1,5mal so groß. Das läßt sich dadurch erklären, daß sie eine besonders hohe Zahl von Großabnehmern wie Bergwerke, chemische und Zementfabriken usw. haben. Dagegen sind ihnen die städtischen Werke etwas voraus in den Einnahmen je kW Maschinenleistung und je kWh, umgekehrt erzielen natürlich die Überlandwerke die höheren Einnahmen je Abnehmer. Die Betriebsausgaben sowohl wie die Steuern sind für die städtischen Werke höher, bezogen sowohl auf die kWh wie auf den Dollar Roheinnahme. Das liegt hauptsächlich an den höheren städtischen Löhnen, zudem haben nur wenig städtische Werke den Vorteil eines mit verhältnismäßig niedrigem Lohnkonto betriebenen Wasserkraftwerkes. Dagegen sind die Überlandwerke dementsprechend mit höherem Kapitaldienst belastet, was schon daraus hervorgeht, daß die Buchwerte ihrer Anlagen je Abnehmer mehr als doppelt so hoch sind wie bei den städtischen Werken. Ebenso sind die fundierten Schulden je Abnehmer dreimal und je Dollar Roheinnahme zweimal so hoch wie bei den städtischen Werken. Der Buchwert der Anlagen je kW installierte Leistung entspricht, den Dollar zur Goldparität umgerechnet, in grober Annäherung deutschen Verhältnissen, allerdings sind innerhalb der einzelnen Gruppen die ungeheuerlichsten Unterschiede. Beispielsweise schwankt bei den Überlandwerken dieser Wert zwischen 239 und 1222 $, wobei es sich bei den hohen Werten um Prärie- und Gebirgstaaten handelt, während er sich bei den städtischen Werken zwischen 164 und 800 (?) $ bewegt. Auch sonst schwanken die Werte innerhalb der Gruppen sehr stark, so daß man sich schon aus diesem Grunde auf einen Vergleich der Gruppenwerte beschränken muß. Die Ausnutzung der Kapazität bei den Überlandwerken ist jedenfalls bemerkenswert höher als bei den städtischen Werken.

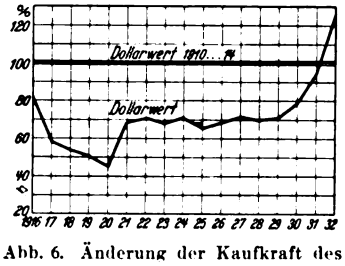


Abb. 6. Änderung der Kaufkraft des Geldes seit dem Kriege.

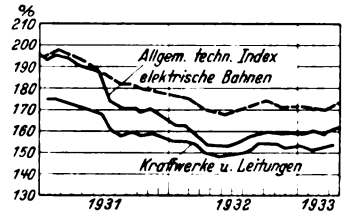


Abb. 7. Änderung der Baukosten für Kraftwerke, Leitungen und Bahnen.

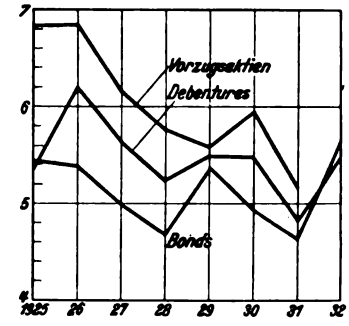


Abb. 8. Änderung der Zinsen für Wertpapiere.

Das Jahr 1932 hat in finanzieller Hinsicht die Elektrizitätswerke vor völlig neue Lagen gestellt. Der Zusammenbruch des Insull-Konzerns, bis dahin eine der angesehensten Gesellschaften der amerikanischen Elektrizitätsindustrie, ließ zwar die dazu gehörigen Betriebsgesellschaften unberührt, löste aber mannigfache Schwierigkeiten auf dem Kapitalmarkte aus, so daß es selbst für völlig gesunde Unternehmungen schwer wurde, langfristige Gelder zu erhalten. Dies zusammen mit der Einschränkung der Bautätigkeit, führte zu einem ganz außerordentlichen Rückgange der finanziellen Betätigung. Die folgende Zahlentafel 8 gibt die Inanspruchnahme des Kapitalmarktes durch Elektrizitätswerke und Holdinggesellschaften in den letzten Jahren wieder. Ist auch der Rückgang von 1931 auf 1932 ungemein groß, so hat doch die Elektrizitätsindustrie im Verhältnis zu anderen Industrien noch einen vergleichsweise aufnahmewilligen Kapitalmarkt. Von dem aufgenommenen Betrage von fast einer halben Milliarde $ dienten wie im Vorjahre rd. 60 % der Umschuldung, während in den beiden vorangegangenen Jahren das Verhältnis Neuinvestitionen : Umschuldung gerade das umgekehrte war. Natürlich wird das Problem der Umschuldung stark erschwert durch das seit 1929 zu beobachtende Ansteigen des Dollarwertes, nachdem die stable-money-policy, die letzten Endes eine der Hauptursachen der Weltkrise war, Schiffbruch gelitten hatte. Das im vorigen Jahr[2] angekündigte Überschreiten der 100 %-Grenze durch den Wert des Dollars, gemessen an Gegenständen des täglichen Bedarfes, bezogen auf den Durchschnittswert 1900 ··· 1914, ist inzwischen eingetreten. Wie aus Abb. 6 hervorgeht, war der Dollar zuletzt auf rd. 128 % angelangt. Damit wird natürlich die Abschreibungspolitik vor schwierige Aufgaben gestellt. Es gibt Stimmen, die auch bei völlig gesunden Gesellschaften einen starken Kapitalschnitt befürworten. Im Falle der Los Angeles Electric & Gas Co. hat bereits der Oberste Gerichtshof der V. S. Amerika ein Urteil gefällt, in dem der Wert der Anlagen, auf den eine 7proz. Verzinsung als angemessen eingeräumt wird, von 95 Mill $, welchen Wert die Gesellschaft errechnet hatte, auf 65 Mill $ herabgesetzt wird. Ein Teil der hier angedeuteten Schwierigkeiten ist neuerdings durch die Dollarabwertung ausgeräumt worden. Es ist aber bemerkenswert, daß, trotzdem das vorauszusehen war, die Elektrizitätsindustrie sich scharf gegen jede Inflation ausgesprochen hatte, und zwar aus Gründen von Treu und Glauben zugunsten ihrer Geldgeber. Abb. 7 zeigt die Entwicklung der Baukosten für elektrische Bahnen und Elektrizitätswerke, bezogen auf die Preise von 1913 als Einheit, seit Anfang 1931 sinken sie beständig, bisher hat sie die Dollarabwertungspolitik noch nicht wesentlich anziehen lassen[3].

Zahlentafel 8. Beanspruchung des Kapitalmarktes (in $).

Jahr	öffentliche Emissionen	Verkäufe an Abnehmer	insgesamt
1927	1 888 909 000	263 527 000	2 152 436 000
1928	1 471 497 000	181 682 041	1 653 179 000
1929	1 328 708 000	153 436 000	1 482 144 000
1930	1 452 853 000	139 132 000	1 591 985 000
1931	1 341 742 000	150 000 000	1 491 742 000
1932	447 920 608	18 000 000	465 920 608

Diese Fragen sind besonders wichtig wegen der laufend notwendigen Umschuldungen. Das verpfändete Eigentum kann, wenn die darauf ruhenden Hypotheken etwa 70 % seines geschätzten Wertes ausmachen, leicht nahe an diese Grenze herankommen und dann wird es besonders schwer, neue Anleihen in der erforderlichen Höhe aufzunehmen. Zudem sind die Zinssätze schon wieder im Steigen, wie aus Abb. 8 hervorgeht, was die Umschuldung ebenfalls erschwert. Das laufende Jahr bringt fällig werdende Anleihen in gleicher Höhe wie das Vorjahr, nämlich etwas mehr als 160 Mill $. Diese Summe wird sicherlich leicht aufgebracht werden, zumal der Umfang der Neuanlagen besonders gering und damit die Beanspruchung des Kapitalmarktes unbedeutend ist. Aber die oben angedeuteten Begleitumstände lassen die Frage doch nicht als ganz einfach erscheinen, zumal zu allem anderen die Vertrauenserschütterung durch den Insull-Zusammenbruch und manches, was ihm folgte, gekommen ist. Wenn auch dieser Zusammenbruch in erster Linie die Holdinggesellschaften betraf und die Betriebs-

[2] ETZ 1932, S. 606.
[3] Im Vergleich zur allgemeinen Kaufkraft des Dollars sind die Baukosten immer noch sehr hoch.

Digitized by Google

werke nicht berührte, so waren doch von diesen eine ganze Reihe veranlaßt worden, auf ihr pfandfähiges Eigentum Anleihen aufzunehmen und dies Geld der Konzernspitze, die kein solches Eigentum unmittelbar besaß, zur Verfügung zu stellen. Mit diesen Forderungen dürften sie im Konkurse wahrscheinlich ganz ausfallen, so daß die Anleihezinsen eine reine Belastung darstellen. Mit Rücksicht auf diese Vorkommnisse — nicht nur bei Insull — hat auch das Department of public utilities des Staates Massachusetts die Vollmacht verlangt, die von den seiner Kontrolle unterstellten Werken an andere Gesellschaften gegebenen Anleihen mit zu überwachen, wie wohl überhaupt die oft erörterte Frage einer Regulierung der Holdinggesellschaften durch den Fall Insull einer endgültigen Lösung nahe gebracht sein dürfte.

Der Insull-Zusammenbruch selbst ist bisher (Sommer 1933) noch immer nicht bereinigt. Der überaus verwickelt aufgebaute Konzern muß unter Schonung aller gesunden Teile zerlegt und dann aus ihnen lebensfähige Teilkonzerne gebildet werden. Bisher ist das nur mit 5 kleineren, im Osten gelegenen Betriebsgesellschaften gelungen, die — bezeichnend genug — 4 zum Konzern gehörigen Holdinggesellschaften gehörten. Aber auch diese Konstruktion ist angefochten worden, und man muß abwarten, wie die Gerichte entscheiden werden. Der bisher letzte Schritt des „Receivers" (Konkursverwalters) war es, die von den Insull-Gesellschaften genommenen Versicherungen gegen Veruntreuungen von Angestellten einzuklagen, wohl weniger um der Summen willen, denn es handelt sich nur um solche der Größenordnung von 100 000 $, als vielmehr, um durch gerichtliches Urteil die Handlungsweise der Gebrüder Insull als betrügerisch festzustellen. Ob sich daran weitere Folgen knüpfen werden, läßt sich noch nicht vorhersehen.

Funkfeuer.

Jedes Schiff, das außer der Bordfunkstelle noch einen sogenannten Bordfunkpeiler besitzt, kann damit seinen Ort nach den an Land oder auf Feuerschiffen befindlichen Funkstationen feststellen. Angesichts der großen Bedeutung dieses Navigationsmittels hat man heute besondere Radiosender eingerichtet, die ebenso wie

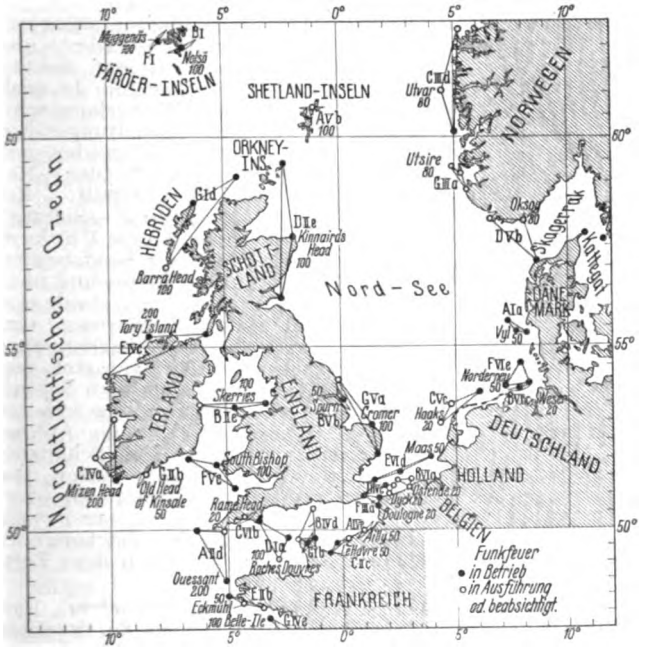


Abb. 1. Nordsee-Funkfeuer.

die Leuchttürme zu bestimmten Zeiten mit bestimmten Wellen und Kennungen arbeiten, die sogenannten „Funkfeuer". Das Vertrauen zu diesem neuen Orientierungsmittel ist so gestiegen, daß weit über 4000 Schiffe aller Staaten den Bordfunkpeiler einbauen ließen, davon über 1200 Schiffe den Telefunkenpeiler.

Die Vertreter der Seezeichenbehörden von England, Schottland, Irland, Frankreich, Holland und Deutschland schufen in London (1931), Stockholm (1932) und Paris (1933) die Grundlagen einer Funkfeuer-Organisation in den nordeuropäischen Gewässern. Die Funkfeuer müssen so aufgestellt werden, und ihr Dienst muß so organisiert werden, daß ein Beobachten der Peilungen von jedem der einzelnen Funkfeuer ohne gegenseitige Störung möglich ist. Es wurden die Reichweiten (Feldstärken auf bestimmte Entfernungen), die Sendezeiten, die Wellenlängen und Sendetöne festgelegt für 190 Funkfeuer rund um England, Irland, Frankreich, im Kanal, in der Nordsee und in der Ostsee (Abb. 1 und 2).

Die Reichweiten sollen entsprechend den nautischen Aufgaben so klein wie möglich sein, um weitestgehende Störungsfreiheit der Feuer untereinander zu erreichen. Sie wurden mit 20 Seemeilen für die kleinste und mit 200 Seemeilen für die größte bemessen. Versuchsweise wurde eine Regelfeldstärke von 50 μV/m an der Reichweitengrenze eines jeden Funkfeuers vereinbart.

Zur Erhöhung der Störungsfreiheit werden mehrere Funkfeuer in Gruppen mit gleicher Wellenlänge, gleicher Tonhöhe, aber abwechselnder Sendezeit zusammengebracht. Für drei Funkfeuer, die z. B. von 0 ··· 2, 2 ··· 4, 4 ··· 6 min bei unsichtigem Nebelwetter senden, ergibt sich eine Zeitgruppe von 6 min. Bei sichtigem Wetter werden die Signale zweimal nacheinander höchstens in jeder halben Stunde ausgesendet.

Der Seefahrer kann also, ohne seinen Bordpeiler neu abstimmen zu müssen, zeitlich nacheinander durch Schnellkreuzpeilungen einer Funkfeuergruppe seinen Ort bestimmen. Bei der Verteilung der Wellen kam es darauf an, in dem schmalen Wellenband, das nach den internationalen Bestimmungen für die Eigenpeilung zugewiesen ist, und in das sich außerdem noch die Seefahrt und die Luftfahrt zu teilen hatten, möglichst viele Kanäle zu schaffen, in denen die einzelnen Gruppen störungsfrei nebeneinander arbeiten können. Dieses Wellenband ist nur 30 kHz breit

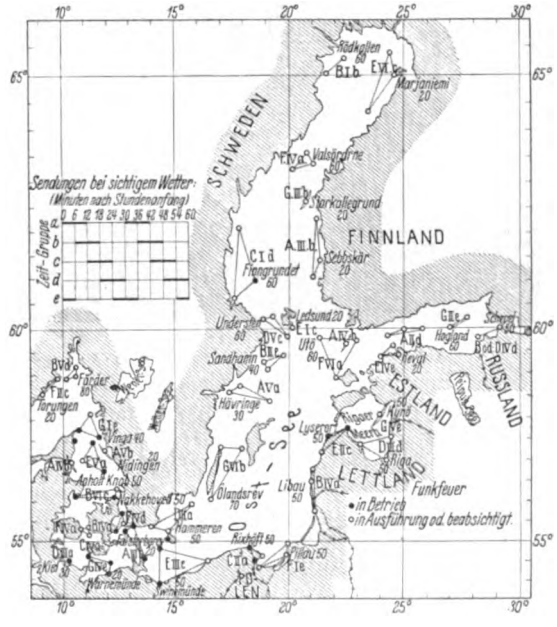


Abb. 2. Ostsee-Funkfeuer.

und liegt im Bereich von 950 ··· 1050 m. Genaue Untersuchungen der Telefunken-Gesellschaft haben ergeben, daß der Abstand der Wellenkanäle 1 % = 3 kHz breit gehalten werden kann, wenn Sender und Funkpeiler von ausreichend guter Qualität eingesetzt und einwandfrei betrieben werden. In dem 30 kHz breiten Wellenband, das für die Navigation zur Verfügung steht, können also 10 Kanäle untergebracht werden, von denen 3 der Luftfahrt und 7 der Seefahrt zugeordnet sind.

Digitized by Google

In bezug auf die Tontrennung wurde durch Versuche nachgewiesen, daß zwei Töne, die eine halbe Oktave auseinander liegen, am deutlichsten, und zwei Töne, die eine ganze Oktave auseinander liegen, am schlechtesten zu unterscheiden sind, so daß es keinen Wert hat, die Tonbereiche über eine Oktave auszudehnen. Es wurden 6 Töne im Bereich von 335 ··· 600 Hz als die besten befunden und festgelegt. Durch die Wahl dieser verhältnismäßig tiefen Töne wurde auch die Bandbreite der Sender sehr schmal gemacht.

Abb. 3. Feuerschiff „Adlergrund".

Abb. 4. Funkfeuer Dyrholaey (Island).

Konstruktion. Die von der Telefunken-Gesellschaft nach den Entschließungen der Stockholmer Funkfeuerkonferenz vom Mai 1932 entwickelten Funkfeuer werden in drei Typen hergestellt:

ein 30 W-Funkfeuer für Reichweite bis 50 Seemeilen,
ein 200 W-Funkfeuer für Reichweite 50 ··· 150 Seemeilen,
ein 750 W-Funkfeuer für Reichweite 150 ··· 300 Seemeilen.

Jede dieser Funkfeueranlagen besteht aus der Antenne, dem Sender, den Stromquellen, der Schaltuhr, dem Zeichengeber, den Kontrollgeräten.

Die Antennen der Funkfeuer sind im allgemeinen symmetrische T-Antennen mit senkrechter Niederführung, die ein völlig kreisrundes Strahlungsdiagramm ergeben. Bei Anlagen an Bord von Feuerschiffen sollen die Masten durch Aufsetzen von Stengen bis rd. 25 m Höhe über den Meeresspiegel gebracht werden (Abb. 3). Bei Funkfeuern auf dem Festlande soll die Antennenhöhe je nach der Reichweite 25 ··· 60 m betragen. Funkfeuer bei Leuchttürmen verwenden zweckmäßig den Leuchtturm als einen Aufhängepunkt (Abb. 4).

Die Funkfeuersender sind eigenerregte Zwischenkreis-Röhrensender mit einer festen Welle im Bereich von 900 bis 1100 m (Abb. 5). Es sind tönend-modulierte Sender mit niederfrequenter Eintaktschaltung, die auf einen festen Ton entweder im Bereich 300 ··· 450 oder 450 ··· 600 Hz eingestellt werden können. Der Energiebedarf ist beim 30 W-Funkfeuer 1 kW, beim 200 W-Funkfeuer 3 kW und beim 750 W-Funkfeuer 7 kW. Als Stromquelle dienen kleine Wechselstromumformer, als Antriebsmotor gewöhnlich ein 110 V-Gleichstrommotor. Dieser hat einen zweiten Kommutator für die Entnahme der Heizspannung der Röhren. Im allgemeinen arbeiten die Generatoren der Funkfeueranlagen auf Feuerschiffen aus Akkumulatorenbatterien, die eine Kapazität für 8 Betriebsstunden besitzen und durch Dieselmotoren geladen werden. Bei Landanlagen beziehen die Sender den Strom aus den vorhandenen Starkstromnetzen oder gleichfalls aus Akkumulatorenbatterien, die aus Benzin- oder Dieselmotoren geladen werden. Mit Hilfe einer hochwertigen Schaltuhr, eines Selbstanlassers und eines guten Zeichengebers arbeiten die Funkfeueranlagen vollselbsttätig und zeitlich auf Sekunden genau. Je nach der Wetterlage wird die Schaltung von Hand entweder auf „Sichtig" oder „Nebel" gestellt. Bei Schaltung „Sichtig" schaltet die Uhr kurz vor dem Sendebeginn über Relais und über den Selbstanlasser die Umformer ein. Der Zeichengeber (Abb. 6) tastet den Sender. Nach Schluß der Sendung schaltet die Uhr die Anlage aus. Bei Schaltung „Nebel" laufen die Umformer ununterbrochen, und die Signalgebung wird durch die Uhr und den Zeichengeber geregelt. Täglich einmal wird die Uhr nach dem Zeitsignal kontrolliert.

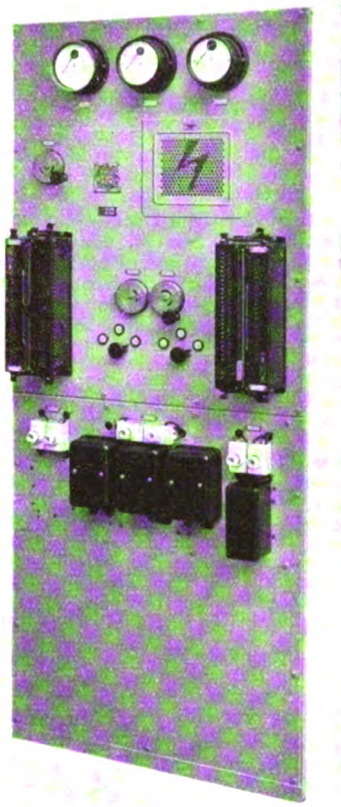


Abb. 5. Funkfeuer-Sender.

Die Trägerfrequenz des Senders wird mit einem Kristallwellenmesser kontrolliert, die Tonhöhe durch einen Frequenzmesser.

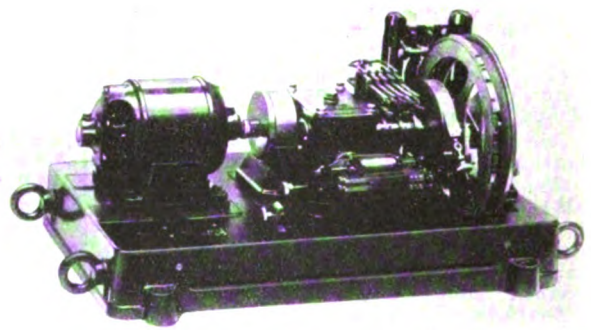


Abb. 6. Zeichengeber.

Telefunken hat bis jetzt Funkfeueranlagen nach Deutschland, Holland, Belgien, Island, Norwegen, Schweden, Spanien, Japan, Brasilien, insgesamt 28 Anlagen, geliefert.

Digitized by Google

In einem guten Rundfunkempfänger können die Funkfeuersignale in interessanter Weise beobachtet werden. Sie sind zu erkennen an den langsam gegebenen Namenskennungen (meist 2 Buchstaben) mit anschließend 12 bis 15 „Strichen", welche zum Peilen und zur Abstandsbestimmung der Schiffe in Verbindung mit Unterwasser-Schallsender und -empfänger benutzt werden. Charakteristisch ist das selbsttätige Aufhören des einen Senders und sofort einsetzende Beginnen des nachfolgenden.

T. Pd.

Neue Erregerschaltung für Netzkupplungsumformer und Regelsätze.

Von Obering. **H. Harz**, Berlin.

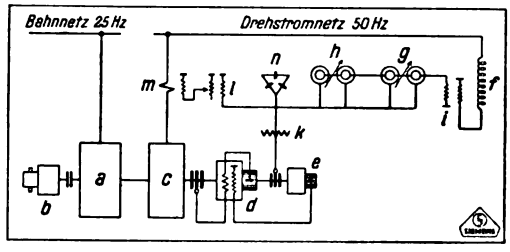
Übersicht. Es wird eine neue Schaltung für Drehstrom-Regelsätze mit Ständerfremderregung beschrieben, die den bei der bekannten Spannungserregung vorhandenen nachteiligen Einfluß des mit dem Schlupf veränderlichen Blindwiderstandes der Erregerwicklung der Kommutator-Hintermaschine auf Größe und Phasenlage des Erregerstromes und damit auf die Steuerung des Regelsatzes vermeidet. Dies wird dadurch erreicht, daß die Erregerströme der Erregerwicklung unabhängig von ihrem Widerstandswert nach Größe und Phase aufgezwungen werden (Stromerregung). Das neue Erregungsprinzip wird an Ausführungsbeispielen erläutert.

Zur Regelung von Asynchronmaschinen nach Drehzahl und Leistungsfaktor bzw. nach Wirk- und Blindleistung dient vielfach die Siemens-Lydall-Maschine[1], eine Drehstrom-Kommutatormaschine mit Kompensationswicklung, ausgeprägten Polen, Wendepolen und Ständererregung. Diese Bauart ermöglicht bekanntlich sichere Beherrschung der Spannungen in den von den Bürsten kurzgeschlossenen Spulen (Stromwendespannung und Transformatorspannung) und bildet daher für größere Leistungen die übliche Ausführung. Schwierigkeiten bereitet dagegen bei diesen Maschinen die Erregung über den Ständer mit Schlupffrequenz, für die es zahlreiche Möglichkeiten gibt. Im folgenden soll eine Schaltung behandelt werden, die große Einfachheit in Aufbau und Wirkungsweise aufweist und sich in mehreren Ausführungen auf das beste bewährt hat.

Bekanntlich stellt die Erregerwicklung solcher ständererregten Hintermaschinen einen mit dem Schlupf veränderlichen Scheinwiderstand dar, der sich aus einem konstanten ohmschen Widerstand und aus einem dem Schlupf proportionalen Blindwiderstand zusammensetzt. Bei Schlupf Null (Synchronismus) ist daher die Spannung an der Erregerwicklung der Hintermaschine in Phase mit dem Erregerstrom; sobald aber Schlupf auftritt, kommt eine Phasenverschiebung zwischen Erregerspannung und Strom zustande, die schon bei verhältnismäßig kleinen Schlupffrequenzen bald nahezu 90° beträgt, weil alsdann der induktive Spannungsabfall in der Erregerwicklung gegenüber dem ohmschen Spannungsabfall vorherrschend ist.

Die Regelung der Asynchronmaschine nach Drehzahl und Leistungsfaktor bzw. Wirk- und Blindlast wird durch richtige Größe und Phasenlage der durch die Hintermaschine in den Läuferkreis eingeführten Spannung beherrscht. Diese ist als Rotationsspannung stets in Phase mit dem Erregerstrom, welcher der Erregerwicklung bei unter- und übersynchroner Regelung stets über einen mit der Hauptmaschine gekuppelten Kommutator-Frequenzwandler zugeführt wird, und das ganze Problem der Regelung läuft darauf hinaus, dem Erregerstrom unbeeinflußt von zufälligen Änderungen des Schlupfes jeweils die richtige Größe und Phasenlage zu geben. Wenn man dies durch Speisung der Schleifringe des Frequenzwandlers mit den richtigen Spannungen erreichen will, so ergeben sich große Schwierigkeiten infolge der beständig sich ändernden Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung, und die Folge davon sind verhältnismäßig verwickelte Schaltungen. Diese Nachteile der Spannungsregelung werden durch das im vorliegenden Fall verwendete Prinzip der Stromregelung vermieden. Man führt der Erregerwicklung über den Frequenzwandler Ströme vorgeschriebener Phasenlage zu, dann stellen sich die bei Schlupfänderung an der Erregerwicklung erforderlichen Spannungen am Frequenzwandler selbsttätig ein. Damit behält auch die Klemmenspannung der Hintermaschine ihre vorgeschriebene Phasenlage bei, und die Steuerung der Asynchronmaschine bleibt stabil.

In Abb. 1 ist das Prinzipschaltbild[2] der neuen Schaltung dargestellt, wie es dem im Januar 1932 in Betrieb genommenen Netzkupplungsumformer im Unterwerk Barmbeck der Hamburger Elektrizitätswerke entspricht. Der Umformer verbindet das Netz der Ham-



a	Einphasen-Synchronmaschine	*g*	Drehzahltransformator
b	Gleichstrom-Erregermaschine	*h*	cos φ-Transformator
c	Drehstrom-Asynchronmaschine	*i*	Isoliertransformator
d	Kommutator-Hintermaschine	*k*	Absatztransformator
e	Frequenzwandler	*l*	Kompound-Regeltransformator
f	Drosselspule	*m*	Kompound-Isoliertransformator
		n	Kondensatoren

Abb. 1. Schaltbild des Netzkupplungsumformers Barmbeck.

burger Vorortbahnen, ein Einphasen-Wechselstromnetz von 25 Hz, mit dem Drehstromnetz der Hamburger Elektrizitätswerke und ermöglicht eine von Frequenzschwankungen der beiden Netze unabhängige Leistungsübertragung. Der Umformer besteht aus folgenden Maschinen:

a Einphasen-Synchronmaschine für 8600 kVA, cos φ = 0,7, 6000 V, 25 Hz, 4 Pole;
b Gleichstrom-Erregermaschine für 79/119 kW, 110 V;
c Drehstrom-Asynchronmaschine für 6400 kW, cos φ = 1, 6250 V, 50 Hz, 8 Pole;
d Kommutator-Hintermaschine für 500 kVA, 300 V;
e Frequenzwandler für 15 kVA, 35 V.

Alle Maschinen sind miteinander gekuppelt. Die synchrone Drehzahl des ganzen Satzes beträgt 750 U/min, die Kommutator-Hintermaschine ist für eine Drehzahl- bzw. entsprechende Frequenzregelung von 4,2 % aufwärts und 6,2 % abwärts bemessen. Zugleich liefert sie die Erregerleistung der Asynchronmaschine.

Die Speisung der Erregerwicklung der Kommutator-Hintermaschine mit Strömen gleichbleibender Größe und Phasenlage wird dadurch erreicht, daß man dem Frequenzwandler *e* eine Drosselspule *f* vorschaltet, deren Blindleistungsverbrauch groß ist gegenüber der vom Frequenzwandler an die Erregerwicklung beim größten Regelbereich abgegebenen Erregerleistung. Eine Drosselspule oder einen Kondensator wählt man deswegen, um unnötige Verluste im Erregerkreis zu vermeiden. Der von der Drosselspule aufgenommene Strom ist im wesentlichen konstant; um jedoch die der Erregerwicklung über den Frequenzwandler zugeführten Ströme nach Größe und Phase regeln zu können und damit Drehzahl und Leistungsfaktor bzw. Wirk- und Blindleistung zu beeinflussen, sind zwischen die Schleifringe des Frequenzwandlers und die Drosselspule *f* regelbare Stromtransformatoren *g* und *h* geschaltet. Sie sind als Doppel-Drehtransformatoren ausgebildet, um stetige Regelung zu ermöglichen, und liegen mit ihren in Reihe geschalteten Primärwicklungen über den Isoliertransformator *i* in Reihe mit der

[1] Diese Bezeichnung wurde im Gegensatz zu der üblichen Bezeichnung Scherbius-Maschine von den Siemens-Schuckertwerken gewählt mit Rücksicht auf das englische Patent 13 033 von Siemens Brothers und Lydall aus dem Jahre 1901, in welchem diese Maschine zuerst angegeben wurde; vgl. a.: Seiz, Drehzahlregelung von Asynchronmotoren nach System Brown-Boveri-Scherbius, ETZ 1926, S. 1412.

[2] Die Schaltung bildet den Gegenstand einer Patentanmeldung des Verfassers vom 12. III. 1930 und ist genau in der dort angegebenen Form hier zur Anwendung gekommen.

Digitized by Google

Drosselspule. Der Isoliertransformator hält lediglich die Netzhochspannung vom eigentlichen Regelkreis fern und kann in manchen Fällen, z. B. bei Niederspannung, entbehrt werden. Die Sekundärwicklungen der beiden Stromwandler speisen in Parallelschaltung über einen Absatztransformator k die Schleifringe des Frequenzwandlers. Die Transformatoren g und h sind so eingestellt, daß ihre Sekundärströme 90 ° Phasenverschiebung aufweisen, so daß der eine auf die Drehzahl, der andere auf den Leistungsfaktor einwirkt. In der Größe werden die Sekundärströme durch Verdrehen der Läufer geregelt, wodurch sich die wirksame primäre Windungszahl ändert, während der Primärstrom in beiden Doppel-Drehtransformatoren durch die Wirkung der Drosselspule praktisch konstant bleibt. Beide Doppel-Drehtransformatoren können im vorliegenden Fall durch je einen Thoma-Regler gesteuert werden, die von einem Wirkleistungs- bzw. cos φ-Relais beeinflußt werden, so daß man sowohl auf konstante Leistung als auch auf konstanten Leistungsfaktor fahren kann. Um ferner ein gutes Parallelarbeiten mit den Generatoren des Bahnnetzes zu ermöglichen, ist ein Kompoundtransformator l (normaler Transformator ohne Luftspalt) vorgesehen. Er ist über einen Isoliertransformator m mit der Hauptmaschine in Reihe geschaltet, seine Primärwicklung ist in Stufen regelbar, wodurch man der Drehzahl-Leistungs-Kennlinie verschiedene Neigungen geben kann. Seine Sekundärwicklung arbeitet parallel mit den Sekundärwicklungen der beiden anderen Stromtransformatoren auf die Schleifringe des Frequenzwandlers, über die sich demnach die geometrische Summe aller Sekundärströme schließen muß. Die bei Schlupf auftretende Spannung ist dabei für alle Sekundärwicklungen dieselbe und erscheint mit dem jeweiligen Übersetzungsverhältnis multipliziert auch an den Primärwicklungen der einzelnen Stromtransformatoren. Weil jedoch hier ihre Spannung klein ist gegenüber der Spannung an den mit ihnen in Reihe geschalteten Stromverbrauchern (Hauptmotor bzw. Drosselspule), so bleiben die Primärströme und damit auch die Sekundärströme von der veränderlichen Erregerspannung der Hintermaschine unbeeinflußt. Durch den Luftspalt der Doppel-Drehtransformatoren und des Frequenzwandlers würde jedoch das Stromübersetzungsverhältnis gestört, weil sich vom Primärstrom nunmehr der Erregerstrom dieser Apparate geometrisch abzieht. Um diesen Fehler zu beseitigen, ist die Kondensatorbatterie n vorgesehen, die an die Oberspannungswicklung des Absatztransformators k angeschlossen und so bemessen ist, daß sie die eignen Erregerströme des Frequenzwandlers und der beiden Doppel-Drehtransformatoren liefert.

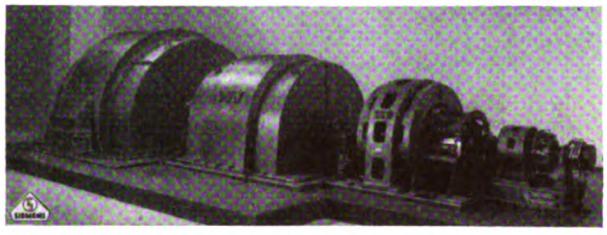


Abb. 2. Netzkupplungsumformer Barmbeck, 8600 kVA, 50/25 Hz, 750 U/min, cos $\varphi = 0{,}7$, mit Siemens-Lydall-Maschine von 500 kVA bei 300 V

Die Vorteile der hier angewendeten Schaltung liegen einmal darin, daß es auf einfache Weise unter Verwendung nur einer einzigen umlaufenden Hilfsmaschine, des Frequenzwandlers, möglich ist, die bei Drehstrom-Regelsätzen auftretenden Forderungen (Einstellen der Drehzahl und des Leistungsfaktors, Drehzahlabfall bei Belastung) zu erfüllen. Die zur Erregung notwendigen Stromwandler nebst den zugehörigen Regelapparaten werden hierbei mit normaler Frequenz ausgenutzt und sind nur so groß, wie es die Leistung des Frequenzwandlers erfordert. Lediglich die Drosselspule bildet davon eine Ausnahme, doch spielt dies weiter keine Rolle, weil ihre Leistung nicht geregelt zu werden braucht. Als besonderer Vorteil ist noch anzuführen, daß gerade in der Nähe des Synchronismus, wo die Änderung des Erregerwiderstandes am größten ist, die Spannung des Frequenzwandlers und damit dessen Leistung fast verschwindet, so daß die volle Netzspannung an der Drosselspule liegt. Das Verhältnis von Drosselleistung zu Erregerleistung wird daher hier am größten und damit sind Größe und Phasenlage des Erregerstromes in diesem besonders empfindlichen Gebiet ganz eindeutig festgelegt und schlupfunabhängig.

Eine äußerst günstige Wirkung auf das Verhalten der Asynchronmaschine übt der Kompoundtransformator aus. Er ermöglicht einmal unter dem Einfluß der Wirkkomponente des Primärstromes eine Neigung der Kennlinie (Drehzahl in Abhängigkeit von der Leistung). Dies ist für das Parallelarbeiten mit den andern Generatoren des Bahnnetzes von großem Vorteil[3]. Je nach der Neigung, die man der Kennlinie des Umformers gegenüber der der Bahngeneratoren gibt, kann man die Laststöße auf beide beliebig verteilen. Weiterhin wird aber auch die Blindleistung der Asynchronmaschine durch den Kompoundtransformator günstig beeinflußt. Ist dieser so eingestellt, daß ein motorischer Wirkstrom drehzahlsenkend wirkt, dann hat ein generatorischer Wirkstrom Drehzahlerhöhung, ein nacheilender Strom Phasenverbesserung, ein voreilender Phasenverschlechterung zur Folge. Durch die im Primärstrom enthaltene nacheilende Blindkomponente wird daher in weiten Grenzen der Belastung der Leistungsfaktor auf 1 gebracht, ohne daß der cos φ-Regler ansprechen muß. Als weitere Folge davon ergibt sich erhebliche Erhöhung des Kippmomentes, namentlich auch im untersynchronen Bereich, wo bekanntlich die Überlastungsfähigkeit gering ist, wenn man die in den Läuferkreis eingeführte Spannung nicht von der Belastung abhängig macht. Ferner dämpft der Kompoundtransformator Wirk- und Blindleistungschwankungen wirksam ab, die bei vom Läufer her erregten Asynchronmaschinen in der Nähe der synchronen Drehzahl gewöhnlich auftreten und von der langsamen Umbildung der Läuferamperewindungen herrühren.

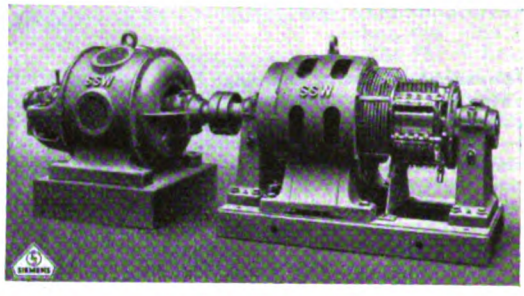


Abb. 3. Elektrisch gekuppelter Regelsatz: Siemens-Lydall-Maschine von 75 kVA bei 125 V, 1000 U/min mit asynchroner Belastungsmaschine von 85 kW.

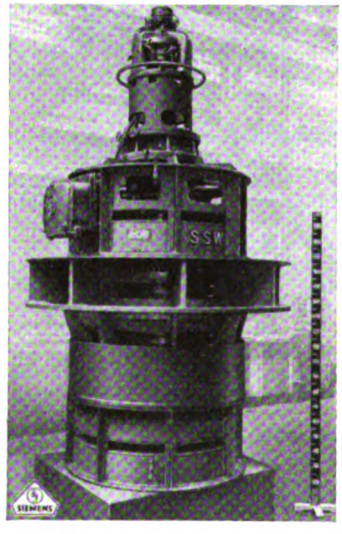


Abb. 4. Elektrisch gekuppelter Regelsatz: Asynchroner Hauptmotor, 640 kW bei 6300 V, 50 Hz, 1485 U/min, mit aufgebautem Frequenzwandler, 3,5 kVA bei 32 V. Regelung 8 % übersynchron, 10 % untersynchron.

Abb. 2 zeigt eine Ansicht des Umformers. Die Inbetriebsetzung bot keinerlei Schwierigkeiten und bewies die Zuverlässigkeit der neuen Schaltung. Schaltung und Einstellung des Erregerkreises waren schon nach 2 Tagen so weit fertig, daß der Umformerbetrieb aufgenommen werden konnte; der Umformer befindet sich seither in einwandfreiem Betrieb.

Wenn keine stetige Regelung der Drehzahl bzw. des Leistungsfaktors erforderlich ist, können an Stelle der Doppel-Drehtransformatoren auch Stufentransformatoren verwendet werden. Die Kondensatorbatterie n (nebst Absatztransformator k) kann hierbei entbehrt werden, weil der Erregerstrom dieser Transformatoren vernach-

[3] Vgl. Graner, Der Zusammenschluß des Wechselstromnetzes von $16^2/_3$ Hz mit dem Drehstromnetz von 50 Hz, Elektr. Bahnen 1931, S. 322 u. 346.

Digitized by Google

lässigt werden kann. Auch der Erregerstrom des Frequenzwandlers stört gewöhnlich das Stromübersetzungsverhältnis nur unwesentlich. Die Kompoundtransformatoren können ebenfalls wegfallen, wenn kein Drehzahlabfall bei Belastung erforderlich ist. Diese Schaltung fand Anwendung auf 3 gleiche Regelsätze zum Antrieb von Wasserpumpen. Die Motoren haben folgende Daten: 640 kW bei 6300 V, 50 Hz, 1485 U/min, regelbar um 8 % übersynchron und 10 % untersynchron zwischen 1350 U/min (500 kW) und 1620 U/min (715 kW) durch eine Siemens-Lydall-Maschine für 75 kVA bei 125 V, 1000 U/min, die mit einer besonderen Asynchronmaschine für 85 kW gekuppelt ist (elektrisch gekuppelter Regelsatz). Zur Erregung dient ein mit der Hauptmaschine direkt gekuppelter Frequenzwandler für 3,5 kVA bei 32 V. Abb. 3 zeigt die Kommutator-Hintermaschine mit der Belastungsmaschine und Abb. 4 die Hauptmaschine mit dem Frequenzwandler. In Abb. 5 sind Bremsreihen des Regelsatzes für unterste, mittlere und oberste Drehzahl wiedergegeben. In Abhängigkeit von der primär aufgenommenen Motorleistung sind die Drehzahlen und der Leistungsfaktor dargestellt. Für jede Bremsreihe blieben die an den beiden Stromtransformatoren eingestellten Stufen von Leerlauf bis zur höchstmöglichen Belastung, die im Prüffeld nur bis etwa Halblast vorgenommen werden konnte, unverändert, für die untersynchrone Bremsreihe Drehzahlstufe — 6, cos φ-Stufe + 3, für die synchrone 0 bzw. + 5, für die übersynchrone + 6 bzw. + 3. Der Leistungsfaktor zeigt für alle 3 Bremsreihen über den aufgenommenen Bereich den Wert 1 und stellt praktisch eine Gerade parallel zur Abszissenachse dar. Die Messungen zeigen, daß auch ohne elektrische Regler und ohne Nachregelung von Hand für jede eingestellte Leerlaufdrehzahl ein einwandfreier Betrieb zwischen Leerlauf und beliebiger Belastung möglich ist. Besonders bemerkenswert ist hierbei der ideale Verlauf des Leistungsfaktors, auch ohne daß ein besonderer Kompoundtransformator vorhanden ist.

Bei größeren Regelbereichen und Leistungen würden infolge der vergrößerten Erregerleistung der Kommutator-Hintermaschine Frequenzwandler und Erregerzubehör zu groß werden. Man vermeidet dies, indem man entweder Erregerwicklung und Frequenzwandler noch mit einer geeigneten Spannungsquelle, z. B. mit den Schleifringen der Hauptmaschine in Reihe schaltet und damit den Frequenzwandler von Spannung entlastet, oder indem man die Erregerwicklung über eine besondere Zwischenerregermaschine speist und erst diese vom Frequenzwandler erregt. Allen diesen Schaltungen ist das Prinzip der Stromerregung gemeinsam, d. h. der Erregerstrom der Kommutator-Hintermaschine ist nach Größe und Phase durch den den Schleifringen des Frequenzwandlers zugeführten Strom gegeben und schlupfunabhängig: In all diesen Fällen ist eine Kompoundierung durch einen Kompoundtransformator im Primärkreis der Asynchronmaschine gemäß der oben gezeigten Prinzipschaltung möglich. Die vorliegenden Erfahrungen sprechen dafür, daß dieses Erregungsprinzip brauchbar ist.

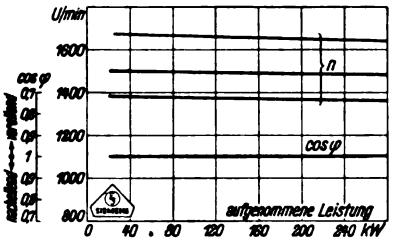


Abb. 5. Elektrisch gekuppelter Regelsatz: Drehzahl- und cos φ-Kennlinien des Hauptmotors.

Das Anwendungsgebiet der Schaltung, von der hier zwei Ausführungsbeispiele gebracht wurden, ist allgemein das der Drehstrom-Regelsätze größerer Leistungen, bei denen die Regelung durch ständererregte Kommutator-Hintermaschinen erfolgt. Hierher gehören Walzenstraßen, Ventilatoren, Pumpen, Netzkupplungsumformer, Ilgner-Umformer usw. Dem Vorteil der sicheren Beherrschung der Kommutierung mittels Wendepolen, den die ständererregte Kommutator-Hintermaschine bei diesen Regelsätzen bietet, wird nunmehr auch die sichere und einfache Beherrschung des Erregerstroms unabhängig vom Schlupf, d. h. stabile Steuerung des Regelsatzes, zugesellt, was auf einfache Weise bisher nur bei den läufererregten Regelsätzen[4] verwirklicht werden konnte.

[4] Vgl. Kozisek, Drehstromregelsätze mit Läuferfremderregung, ETZ 1926, S. 989.

Die Lieben-Patente.

Am 3. IX. d. J. ist das letzte der Lieben-Patente abgelaufen. Bei der Wichtigkeit, die diese Patente allgemein für die Verstärkung von Wechselströmen und insbesondere für die Fernmeldetechnik gehabt haben, ist es angebracht, sie in Erinnerung zu bringen und dabei die Wege aufzuzeigen, die der Erfindungsgedanke gegangen ist. Es handelt sich um die drei deutschen Reichspatente Nr. 179 807 vom 4. III. 1906, Nr. 236 716 vom 4. IX. 1910 und um das Zusatzpatent Nr. 249 142 vom gleichen Tage. Das erste Patent ist von Robert von Lieben allein, die beiden anderen sind von Robert von Lieben und seinen Mitarbeitern Eugen Reiß und Siegmund Strauß, sämtlich in Wien, angemeldet worden unter den Stichwörtern „Kathodenstrahlrelais", „Relais für undulierende Ströme, bei welchem durch die zu verstärkenden Stromschwankungen ein Ionisator beeinflußt wird," und „Relais für undulierende Ströme". Grundsätzlich umfassen die drei Patente die Verstärkung von undulierenden oder Wechselströmen mittels einer Kathodenstrahlröhre. Sie bilden die Grundlage für den Bau von Verstärkerröhren und Verstärkern.

Das Patent Nr. 179 807 schützt ein „Kathodenstrahlrelais für Stromwellen bis zu den höchsten Frequenzen, dadurch gekennzeichnet, daß langsame Kathodenstrahlen in bekannter Weise (nach Wehnelt) von einer mit glühendem Metalloxyd bedeckten Hohlspiegelkathode ausgehend, durch die zu verstärkenden Stromwellen derart beeinflußt werden, daß sie in ihrem Stromkreise Wellen gleicher Frequenz aber höherer Amplitude hervorrufen." Das Kathodenstrahlbündel wird magnetisch von der zu verstärkenden Welle abgelenkt und steuert dadurch einen zweiten Stromkreis. Der Vorteil dieses Relais besteht nach der Patentschrift darin, daß die Kathodenstrahlen praktisch genommen Bewegungen ohne Trägheitsmoment besitzen, die selbst bei hoher Frequenz die Empfindlichkeit des Relais nicht beeinträchtigen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß diese Anordnung die Verwendung weit größerer Energiemengen gestattet als die bisher bekannten Relais.

Das Patent Nr. 236 716 betrifft ein Relais für undulierende Ströme, bei welchem nach Anspruch 1 „durch die zu verstärkenden Stromschwankungen ein Ionisator (z. B. Kathodenstrahlen, Licht-, Röntgenstrahlen) beeinflußt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die durch den beeinflußten Ionisator hervorgerufene Änderung in der elektrischen Leitfähigkeit eines Gases verstärkte Stromschwankungen gleicher Frequenz und Kurvenform zwischen Elektroden, welche in einem besonderen Stromkreise liegen, auslöst". Die Ansprüche 2 und 3 behandeln den Anschluß der Sekundärelektrode an die Gleichstromquelle, deren Strom durch die Kathodenstrahlen gesteuert wird. Die Kathodenstrahlen werden ebenso wie in dem ersten Patent magnetisch beeinflußt.

Am meisten Beachtung hat das dritte Patent gefunden. Es ist eine Weiterentwicklung des in dem Patent Nr. 236 716 geschützten Erfindungsgedankens und gilt als Zusatz zu diesem Patent. „Gegenstand der Erfindung ist eine weitere Ausgestaltung des vorerwähnten Prinzips, bei dem statt indirekt vermittels eines Ionisators der Widerstand im Hauptstromkreis direkt beeinflußt wird, und zwar mittels einer Hilfselektrode, auf welche die zu verstärkenden Ströme einwirken.

Zu diesem Zweck wird die Hilfselektrode, welche gitter- oder netzförmig ausgebildet ist, derart angeordnet, daß sie den Raum zwischen Kathode und Anode in der Entladungsröhre vollkommen trennt, ferner wird sie mit einer Gleichstromquelle derart verbunden, daß sie ein der jeweilig gewünschten Verstärkung entsprechendes, genau definiertes Potential besitzt. Um dieses Potential entsprechend einstellen zu können, wird zweckmäßig zwischen Elektrode und Stromquelle ein regelbarer Widerstand geschaltet."

Als besondere Merkmale werden nach Anspruch 1 geschützt: „Relais für undulierende Ströme nach Patent

Digitized by Google

236 716, bei welchem die durch den Ionisator bewirkte Änderung der elektrischen Leitfähigkeit mittels einer gitter- oder siebförmigen Hilfselektrode erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß die Hilfselektrode, welche den Raum zwischen Kathode und Anode vollständig scheidet, an eine konstante, jedoch einstellbare Spannung gelegt ist, so daß ein von dieser Spannung abhängiger Verarmungsbereich an Ionen (Kathodendunkelraum) entsteht, wobei die zu verstärkenden Ströme diesen Verarmungsbereich beeinflussen, so daß vermittels des dadurch hervorgerufenen wechselnden Widerstandes der zu verstärkende Strom den Widerstandsänderungen proportionale Änderungen erfährt"; nach Anspruch 2: „Ausführungsform des Relais nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß der die zu verstärkenden Stromwellen enthaltende Stromkreis an die Kathode und die Hilfselektrode angeschlossen ist." Die Ansprüche 3 bis 5 behandeln weitere Ausführungsformen, auf die hier nicht weiter eingegangen werden kann.

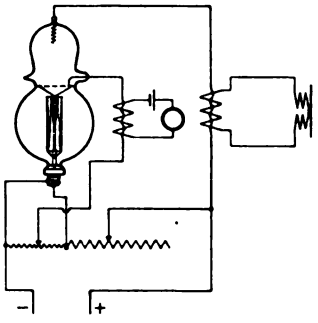


Abb. 1. Verstärkerschaltung DRP. 249 142.

Die Schaltung ist in der der Patentschrift entnommenen Abb. 1 wiedergegeben. Wir sehen, daß sie grundsätzlich die gleiche ist, wie sie auch jetzt noch für Verstärkeranordnungen verwendet wird, und daß die Verstärkung durch elektrostatische Vorgänge erreicht wird.

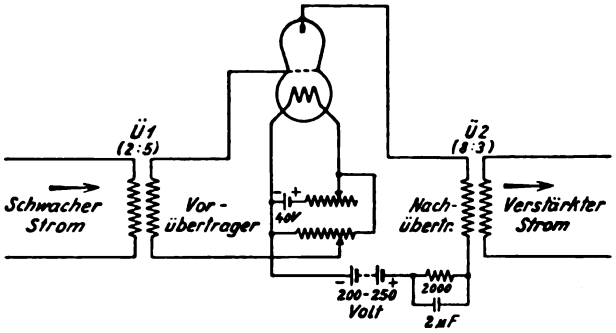


Abb. 2. Schaltung der ersten Verstärker im Fernverkehr

Von den heutigen Verstärkerröhren unterscheiden sich die von dem Erfinder nach den Patenten gebauten „Lieben-Röhren" durch die Größenabmessungen, durch die Anordnung der drei Elektroden und durch die Gasfüllung. Diese Füllung besteht aus Quecksilberdampf von etwa 0,001 mm Druck, dem Sättigungsdampfdruck des Quecksilbers bei Zimmertemperatur (20 ° C). Der Quecksilberdampf rührt von einem Amalgamstückchen her, das sich in einem kleinen Röhrenansatz in der Nähe des Sockels der Röhre befindet. Die Temperatur des Amalgamstückchens bestimmt den Druck in der Röhre. Der physikalische Vorgang dieser Röhre selbst verlief nicht so einfach, wie wir ihn in den heutigen Verstärkerröhren kennen, weil neben den von der Kathode austretenden Elektronen in der Röhre noch Gasmoleküle vorhanden sind, die durch Elektronenstoß ionisiert werden, so daß neben den negativen Elektronen auch positive Ionen vorhanden sind. Die Zone der Ionisierung ist durch eine scharf abgegrenzte Glimmlichterscheinung unter- und oberhalb des Gitters gekennzeichnet. Als Verstärker arbeitet die Lieben-Röhre jedoch ebenso wie die heutigen Röhren, sie vergrößert die Amplitude der ihr zugeführten Wechselspannungen. Erwähnt sei noch, daß die Lieben-Röhren Oxydkathoden enthielten, wie sie jetzt wieder in größerem Umfang verwendet werden.

Ein Mangel der Lieben-Röhren war die Abhängigkeit des Verstärkungsgrades von der Außentemperatur, weil der Druck des Quecksilberdampfes von der Temperatur des Amalgamstückes abhing. Sie arbeitete einwandfrei in einem Temperaturbereich von 15 ··· 30 ° C, und es war notwendig, sie gegen die wechselnden Außentemperaturen durch einen Schutzkasten abzuschließen und weiter die Vorspannung des Gitters häufig nachzuregeln. Dieser Mangel der gasgefüllten Lieben-Röhre wurde durch die Hochvakuumröhren überwunden.

Die Lieben-Patente sind s. Z. von den Firmen Siemens & Halske, Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Telefunken und Süddeutsche Telephon-, Apparate-, Kabel- und Drahtwerke (Lieben-Konsortium) erworben worden, die dem Erfindungsgedanken die technische Form gegeben und die Röhren weiterentwickelt haben. Die Lieben-Röhre ist seitens der Deutschen Reichspost nach eingehenden Versuchen, die in dem damaligen Telegraphenversuchsamt von K. Höpfner ausgeführt wurden, bald in den Betrieb eingeführt worden und hat sich besonders in den ersten Jahren des großen Krieges als sehr nützlich für die Verbindungen der Obersten Heeresleitung mit den entfernten Kriegsschauplätzen erwiesen. Den gewaltigen Aufschwung, den die Nachrichtentechnik in und nach dem Kriege genommen hat, verdankt sie in erster Linie den Verstärkerröhren. Es sei daher die grundsätzliche Schaltung der ersten Verstärkereinrichtungen in Erinnerung gebracht (Abb. 2).

Mit der Lieben-Röhre wurden weiterhin die ersten Versuche der Hochfrequenzverstärkung sowie der Schwingungserzeugung mittels Rückkopplung durchgeführt, so daß sie auch auf diesen Gebieten zu den erzielten großen technischen Fortschritten beigetragen hat. V

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 341.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, wird dem System $\boxed{45}$ folgende Elektrizitätszählerform als Zusatz eingereiht.

Zusatz zu System $\boxed{45}$, die Form UN 4, Elektrolytzähler für Gleichstrom,
hergestellt von dem **Glaswerk Schott & Gen.** in Jena.

Berlin-Charlottenburg, den 11. August 1933.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

In Vertretung
Gehrcke.

Beschreibung.

Zusatz zu System $\boxed{45}$,

die Form UN 4, Elektrolytzähler für Gleichstrom, hergestellt von dem Glaswerk Schott & Gen. in Jena.

Die durch die Bekanntmachungen Nr. 228 vom 9. 11. 1926 (Elektrotechn. Zeitschr. 1927 Heft 6) und Nr. 248 vom 14. 9. 1927 (Elektrotechn. Zeitschr. 1927 Heft 50) zur Beglaubigung zugelassenen Elektrolytzähler für Gleichstrom der Form UN 4 werden in neuerer Ausführung auch so hergestellt, daß in den Zählern statt eines Nebenwiderstandes aus Manganinband ein solcher aus Manganindraht eingebaut ist. Der Spannungsabfall am Nebenwiderstand (und damit die Ganggeschwindigkeit der Zähler) ist mittels einer auf einer Schleife des Nebenwiderstandes verschieb- und feststellbar angeordneten Gleitklemme auf den richtigen Wert einzustellen.

Die Zähler können für die folgenden Meßbereiche beglaubigt werden.

Nennstromstärke	Nennspannung V	Meßbereich kWh	Spannungsabfall am Nebenwiderstand V	Zellenstrom bei Nennstrom A
5 A	100 bis 125	200	etwa 0,826	etwa 0,010
	200 „ 250	400	„ 0,826	„ 0,010
	400 „ 500	1000	„ 0,826	„ 0,008
10 A	100 bis 125	400	etwa 0,66	etwa 0,010
	200 „ 250	1000	„ 0,66	„ 0,008
	400 „ 500	2000	„ 0,66	„ 0,008
15 A	100 bis 125	1000	etwa 0,66	etwa 0,006
	200 „ 250	1500	„ 0,66	„ 0,008
	400 „ 500	3000	„ 0,66	„ 0,008

[1] Reichsministerialblatt 1933, S. 427.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Die Montage an Kabelkästen mit Luftisolation. — Wenn man in Kabelkästen, die keine Vergußmasse im Sicherungsraum enthalten, das Kabel mittels Stutzens einführt und durch die abschließende Isolierplatte des Stutzens die zum Anschluß an die Griffsicherungen dienenden Bolzen hindurchsteckt, so liegt die Verbindungsstelle zwischen Kabel und Durchführungsbolzen im Stutzen und ist nicht ohne weiteres zugänglich und kontrollierbar. Die Firma Dransfeld & Dräger, Bergisch-Gladbach, läßt daher entsprechend dem neuen Verfahren, die Kabeladern in den Kabelabschlußgeräten nicht zu schneiden, die Adern durch die Isolierplatten hindurchgehen und dichtet sie mit eingeschraubten Stopfbuchsen ab. Diese Stopfbuchsen sind also auswechselbar, und man hat den Vorteil, daß beim Einziehen eines stärkeren Kabels nicht die ganze Isolierplatte ausgewechselt zu werden braucht, sondern nur die Stopfbuchse. Eine weitere Vereinfachung der Montage brachte folgende Konstruktion der Firma. Kasten und Stutzen sind so ausgebildet, daß der Stutzen zunächst montiert und vergossen wird, u. U. außerhalb des Kabelgrabens; dann erst wird er am Kabelkasten angeschraubt. Bei den älteren Ausführungen mußte zunächst der Stutzen am Kasten befestigt werden, bevor die Einführung und Montage des Kabels vor sich gehen konnten. An den verwendeten Griffsicherungen ist noch der von oben erkennbare elektro-optische Abschmelzmelder (Glimmlampe) bemerkenswert. *fi*

Elektromaschinenbau.

Die Entwicklung einer geräuschisolierenden Grundplatte für Motoren. — Die Unterteilung der maschinellen Einrichtungen in neuzeitlichen Geschäfts- und Wohnhäusern in Einzelsätze ermöglicht gegenüber der früher üblichen Vereinigung im Kellergeschoß eine bessere Raumausnutzung und vermeidet insbesondere umfangreiche Röhrennetze für die Lüftungsanlagen. Da in diesen und ähnlichen Fällen ein möglichst ruhiger Lauf der Motoren erforderlich ist, aber gerade ihre Befestigung an Wänden und Decken zu Störungen Veranlassung gibt, wurde die Wirkungsweise von elastischen Unterlagen geprüft und eine geräuschisolierende Grundplatte für Motoren entwickelt.

Für einen elastisch gelagerten Motor wird ein „Übertragungskoeffizient" ε eingeführt, definiert als Quotient der auf die Unterlage übertragenen Kraft und der primären, erregenden Kraft. Dieser Koeffizient nimmt günstige, unter 1 liegende Werte an, wenn die Erregerfrequenz oberhalb des $\sqrt{2}$fachen der Eigenfrequenz des aus Masse des Motors und Federkonstante der elastischen Unterlage bestehenden Schwingungsystems liegt. Zur Erzielung einer befriedigenden Isolation soll die Eigenfrequenz dieses Schwingungsystems so tief gelegt werden, daß die Frequenz der niederfrequenten Erschütterungen mindestens das 2½fache, diejenige der Störgeräusche mindestens das 4fache der Eigenfrequenz beträgt. Eine dämpfende Wirkung der elastischen Unterlage durch innere Energieabsorption ist hierbei schädlich, da eine solche nur im Resonanzgebiet, nicht aber weit oberhalb des Resonanzgebietes eine Verminderung der Störungen bewirken kann. Diese Überlegungen gelten nicht nur für die senkrechten Schwingungen, sondern für alle 6 Schwingungsmöglichkeiten des Motors um drei aufeinander senkrecht stehende Achsen.

Zur Auffindung eines geeigneten Isolierwerkstoffes werden einfache statische Belastungsversuche an einer Reihe von Stoffen durchgeführt. Gute Anpassungsfähigkeit an die verlangten Bedingungen, wie Größe, Federung und Haltbarkeit, werden geprüft. Die Federeigenschaften sollen sich im Laufe der Zeit möglichst wenig ändern und die Höhe des Versuchskörpers soll eine möglichst geringe Veränderung zeigen. Durch diese Versuche wird festgestellt, daß Gummi sich von allen untersuchten Stoffen am besten eignet, und daß durch eine spezielle Zusammensetzung eine überraschend geringe zeitliche Setzung zu erreichen ist.

Die entwickelte Grundplatte besteht aus zwei voneinander an vier Stellen isolierten Rahmen, wobei der obere zur Aufnahme des Motors, der untere zur eigentlichen Befestigung dient. Der obere Rahmen ist an den vier Isolierstellen im unteren Rahmen durch mehrere Gummiblöcke passender Abmessungen so eingebettet, daß die verschiedenen Schwingmöglichkeiten des Motors die als geeignet gefundenen Abstimmungen erhalten.

Jede neu entworfene Aufstellplatte wird drei Prüfungen unterzogen. Zunächst wird mit aufmontiertem Motor die Lage der 6 verschiedenen Eigenfrequenzen durch ein Zungentachometer festgestellt. Hierauf wird die Isolierwirkung der Platte untersucht. In einer „Geräuschkiste" wird der Motor zunächst ohne Platte aufgestellt. Mit einem Geräuschmesser wird der in der Kiste bei laufendem Motor herrschende Lärm gemessen, mit einem zweiten Gerät werden die einzelnen Schwingungsfrequenzen analysiert. Ähnliche Messungen werden durchgeführt, nachdem der Motor auf der Grundplatte montiert ist. Hierbei ist meist eine Verminderung der Störenergie auf den 22. Teil festgestellt worden.

Immerhin dürfte ein abschließendes Urteil jeweils nur durch Beobachtungen an Ort und Stelle zu erhalten sein, da durch die elastischen Eigenschaften der Decken und Wände das zugrunde gelegte einfache Schwingungschema wesentlich verändert werden kann. (E. H. Hull, Gen. electr. Rev. Bd. 36, S. 223.) *Sp.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Die Analyse von Wechselstromkurven nach dem Resonanzverfahren. — C. F. I. Morgan erörtert in einer größeren Arbeit die Vorzüge des Resonanzverfahrens zur Analyse von Wechselstromkurven. Wenn man an eine Reihenschaltung aus Widerstand, Kapazität und Induktivität eine Wechselspannung legt, die neben der Grundschwingung noch höhere Harmonische enthält, so kann man durch geeignete Veränderung der Kapazität oder der Induktivität die Reihenschaltung auf die einzelnen Harmonischen abstimmen; die bei Abstimmung auf eine Harmonische an den Klemmen des Widerstands, der Kapazität oder der Induktivität gemessenen Resonanzspannungen können als Maß für die Spannung der Harmonischen dienen, wenn in erster Näherung angenommen wird, daß diese Harmonische allein den Strom in der Reihenschaltung hervorruft. Die in dieser Annahme liegende Ungenauigkeit kann, wie der Verfasser zeigt, für die meisten praktisch vorkommenden Kurvenformen weitgehend dadurch beseitigt werden, daß als Maßstab für die Spannung einer bestimmten Harmonischen lediglich die Resonanzspannung an der Induktivität benutzt wird, weil sie viel weniger durch die Grundschwingung und durch niedrigere Harmonische beeinflußt wird als die Resonanzspannungen am Widerstand und an der Kapazität. Daher ist auch die Anwendung eines in der Arbeit angegebenen Korrektionsfaktors nur in den Fällen nötig, wo eine Kurvenform neben einer kleinen Harmonischen 3. Ordnung eine große Harmonische 5. Ordnung enthält. Die nach längeren Versuchen herausgebildete praktische Ausführung des Resonanzanalysators enthält an Hauptteilen einen Satz von Kondensatoren mit stufenweise veränderlicher Kapazität zur Ermittlung der Resonanzstellen, eine feste Induktionsspule mit großer Zeitkonstante und parallel zu der Spule ein Potentiometer, an dessen Abgriffen die mit Hilfe der Kondensatoren eingestellten Resonanzspannungen mittels eines Rohrvoltmeters abgelesen werden können. Dieser Analysator ermöglicht die Analyse einer Wechselstromkurve mit 12 Harmonischen innerhalb einer halben Stunde. — Die Arbeit gibt ferner einen Überblick über die Verfahren der Analyse von Wechselstromkurven, insbesondere der bisherigen Anwendungen des Resonanzverfahrens für diesen Zweck. Endlich wird der Entwurf einer für den Resonanzanalysator geeigneten Induktionsspule erörtert. (C. F. I. Morgan, J. Instn. electr. Engr. Bd. 71, S. 819.) *But.*

Elektrische Verfahren zur Messung von Druck und Verschiebungen. — Die Messung von Druck und Verschiebungen kann mit Hilfe geeigneter Anordnungen durch Messung von einfachen elektrischen Größen, wie Widerstand, Kapazität, Selbstinduktion, Frequenz und Phasenverschiebung, geschehen. Die verschiedenen Verfahren, die zur Verwirklichung dieser Möglichkeit vorgeschlagen wurden, werden kritisch beschrieben und besprochen. Die demselben Zweck dienende Anwendung der Erscheinungen der Piezoelektrizität und der Magnetostriktion wird erwähnt und erklärt. (G. Sacerdote, Alta Frequenza Bd. 1, S. 16.) *Gth.*

Digitized by Google

Beleuchtung.

Operationstischbeleuchtung in Augenkliniken. — Es werden 2 Operationstisch-Beleuchtungsanlagen des Institute of Ophthalmology, Presbyterian-Columbia Medical Center, Washington Heights, New York City, beschrieben. In beiden Fällen erfolgt die Beleuchtung der Operationsfläche mittels einer Reihe von Scheinwerfern, die vollständig in die Decke eingebaut und nach unten abgeschlossen sind. In einem gewissen Umkreis über der Operationsfläche befinden sich keine Scheinwerfer, der Lichteinfall erfolgt also nicht direkt von oben, sondern schräg von oben in verschiedenen Richtungen. Während bei der einen Anlage der freie Raum über der Operationsfläche für die Anbringung der photographischen Kamera benutzt wird, ist bei der anderen über dem Operationstisch in einem 2. Stockwerk, das durch Glas von dem unteren Raum getrennt ist, eine Beobachtungsgalerie eingebaut. Die Erklärungen des Chirurgen werden durch Mikrophon und Lautsprecher nach der Beobachtungsgalerie übertragen. (H. L. Logan, Trans. Illum. Engng. Soc. Bd. 28, S. 537.) *Zmm.*

Bergbau und Hütte.

Energiekupplung zwischen Hüttenwerken und öffentlicher Strom- und Gasversorgung. — In „Stahl und Eisen" wird über einen beachtenswerten Energieaustausch zwischen den Hüttenwerken und der öffentlichen Strom- und Gasversorgung im Bezirk Groß-Chikago berichtet. Als Endergebnis der amerikanischen Untersuchungen wird den amerikanischen Hüttenwerken empfohlen, ihr Koksofengas, soweit es nicht als hochwertige Wärmequelle für metallurgische Zwecke verwendet wird, an die Überlandversorgung abzugeben und ihren Strombedarf möglichst vollständig aus dem Überlandnetz zu decken, um noch mehr Gichtgas für die Heizung von Koksöfen frei zu machen. Das Gichtgas, das nach der Versorgung der Winderhitzer, Gasgebläse und Öfen übrig bleibt, soll vor allem für die Heizung von Koksofenbatterien verwendet werden, um es durch die Umwandlung minderwertiger in hochwertige Wärme am wirtschaftlichsten auszunutzen. Nur dann noch etwa überschüssiges Gichtgas soll zur eigenen Stromerzeugung der Werke herangezogen werden. Die Ersparnisse durch eine solche weitgehend durchgeführte Energiekupplung zwischen Hüttenwerken und der öffentlichen Strom- und Gasversorgung im Bezirk Groß-Chikago wird auf 1,8 ··· 5,7 RM/t Rohstahl, je nach der Beschäftigung des Hüttenwerks berechnet.

Die Berechnungen und Vorschläge lassen sich zwar nicht ohne weiteres auf deutsche Verhältnisse übertragen, doch ergibt sich neben einem Einblick in die Aufgaben amerikanischer Energiewirtschaft immerhin eine Reihe anregender Vergleichsmöglichkeiten. (B. v. Sothen, Stahl u. Eisen Bd. 52, S. 1121.) *Ka.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Das Elektronenmikroskop. — Rasch bewegte Elektronen breiten sich oberhalb einer gewissen Geschwindigkeit (≥ 1 kV) und unterhalb bestimmter (geschwindigkeitsabhängiger) Druckgrenzen ($10^{-1} \cdots 10^{-4}$ mm), die ihrer freien Weglänge in dem betreffenden Vakuumgefäß entsprechen, geradlinig aus; die Gesetzmäßigkeiten der geometrischen Optik lassen sich also auch auf Elektronenstrahlbündel anwenden. Insbesondere lassen sich mit relativ zur Strahllänge kurzen magnetischen[1] oder elektrischen Feldern, deren Äquipotentialflächen Kugelform besitzen und senkrecht zur Strahlachse stehen, Elektronenlinsen verwirklichen, mit denen es gelingt, scharfe Bilder Elektronen aussendender oder von Elektronen bestrahlter Gegenstände in starker Vergrößerung auf einem Leuchtschirm zu erhalten. Solche Elektronenlinsen können durch eine kurze Magnetspule, durch kugelförmig gewölbte Netzflächen, durch das kugelförmige Feld, welches infolge des Durchgriffs an einer Lochelektrode entsteht[2], oder durch eine konzentrisch zum Strahl gebildete kurze Raumladungssäule hergestellt werden. Neben der Fehlerfreiheit der Abbildungssysteme (chromatische und sphärische Aberration) ist eine gewisse Mindestausdehnung der Kathode in Richtung der Gegenstandsebene, Störungsfreiheit der geradlinigen Strahlausbreitung von elektromagnetischen Abstoßungskräften und von der Streuung an Gasmolekülen erforderlich. Das theoretische Auflösungsvermögen des Elektronenmikroskops ist wegen der kurzen Wellenlänge der Elektronen um 2 ··· 3 Größenordnungen besser als das des Lichtmikroskops. Mikrophotogramme desselben Gegenstandes zeigen, daß bei schwacher Vergrößerung und Verwendung einer magnetischen Elektronenlinse die Bildqualität der elektronenoptischen Abbildung der der lichtoptischen vollständig gleichwertig ist (Abb. 1); die bis jetzt erreichte Vergrößerung ist 1 : 400. Eine wichtige technische Anwendung ist die Untersuchung Elektronen aussendender Stoffe, z. B. der Oxydpasten von Glühkathoden für Stromrichter und Verstärkerröhren (Abb. 2). Mit einer derartigen Apparatur, deren Abmessungen etwa denjenigen einer Braunschen Röhre entsprechen, gelang die unmittelbare Beobachtung von Elektronenwolken (Gebieten starker negativer Raumladung) vor einer Glühkathode. (M. Knoll u. E. Ruska, Ann. Physik Bd. 12, S. 607; Z. Physik Bd. 78, S. 318; M. Knoll, F. Houtermans u. W. Schulze, Z. Physik Bd. 78, S. 340). *Kll.*

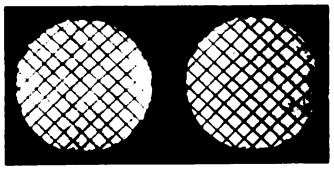


Abb. 1. Vergleich zwischen elektronenoptischer und lichtoptischer Abbildung. Molybdändrahtnetz, Drahtabstand 0,3 mm, 12fach in einer Stufe auf vergoldetem Glasleuchtschirm vergrößert: Elektronengeschwindigkeit 70 kV. Links durch normales Mikroskop, rechts durch Elektronenmikroskop.

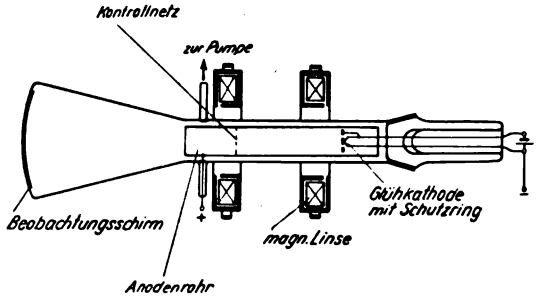


Abb. 2. Elektronenmikroskop zur Beobachtung der Emission von Glühkathoden.

Hochspannungstechnik.

Der Einfluß kolloiddisperser Stoffe auf die Durchschlagspannung isolierender Flüssigkeiten. — Wenn man zu Transformatorenöl gelösten Asphalt als kolloidalen Zusatz hinzufügt, so bewirken die ersten Spuren (0,02 %) eine Herabsetzung der Durchschlagspannung um etwa ⅓. Weiterer Zusatz ändert die Durchschlagspannung nicht mehr wesentlich. Bei gebrauchtem Öl ist die Erniedrigung kleiner, da dieses schon Stoffe in kolloiddisperser Form enthält. Bei starker Verdünnung sind die Asphaltteilchen als Einzelteilchen in der Lösung und haben daher eine große freie Oberfläche. Diese Grenzflächen sind nach der vom Verfasser entwickelten Theorie Sitz freier Ladungen, die unter der Wirkung des elektrischen Feldes sowohl die Spannungsverteilung verzerren als auch eine örtliche Herabsetzung des inneren Flüssigkeitsdruckes herbeiführen und dadurch den Durchschlag erleichtern. Auch die starke Herabsetzung der Durchschlagspannung durch geringe Wassermengen (etwa 0,01 ‰) und durch gelöste Gase erklärt sich nach dieser Theorie durch die große Grenzflächenentwicklung und die damit verbundene Grenzladungsmenge. (P. Böning, Z. techn. Physik Bd. 12, S. 200.) *Br.*

Elektrische Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes von Bauholz. — Unterhalb der Sättigung der Faser ist der Gleichstromwiderstand von Bauholz von dessen Feuchtigkeitsgrad stark abhängig, so daß letzterer durch Gleichstrommessungen bestimmt werden kann. Ein Mittel zur Messung der in Betracht kommenden, an sich sehr kleinen, gleichwohl aber in weiten Grenzen verschiedenen Ströme durch einen technisch nicht vorgebildeten Beobachter ist durch die Verwendung der Neonröhre gegeben,

[1] Vgl. die Theorie der magnetischen Sammelspule beim Kathodenstrahl-Oszillographen: H. Busch, Ann. Physik Bd. 81 S. 974 (1926); Arch. Elektrotechn. Bd. 18, S. 583 (1927).

[2] Vgl. a. E. Brüche u. H. Johannson, Naturwiss. Bd. 21, S. 353 (1932); Z. Physik Bd. 78, S. 32 (1932). H. Johannson, Physik. Z. Bd. 33, S. 899 (1932).

Digitized by Google

die in der Schaltung Abb. 3 zum Zusammenbau eines sehr handlichen Feuchtigkeitsmessers dienen kann, wie er vom amerikanischen Laboratorium für Forsterzeugnisse in Madison, Wis., durchgebildet worden ist. Eine 180 V-Trockenbatterie E speist über den Schalter S die Stromkreise I und II, die je eine Neonröhre N_1 und N_2 im Nebenschluß zu den Kondensatoren C_1 und C_2 enthalten. C_1 ist ein unveränderlicher Kondensator von 25 µF, R_1 ein unveränderlicher Widerstand von 6 MΩ. Der Kondensator C_2 dagegen ist in 10 Feuchtigkeitsgraden entsprechenden Stufen veränderlich. R_2 stellt den Widerstand des zu untersuchenden Holzstücks dar, in das zwei an einem hammerartigen Elektrodenhalter befestigte Spitzenelektroden in festem Abstand voneinander eingetrieben werden, von denen eine biegsame Doppelleitung zu den Anschlüssen des Meßgerätes führt. Beim Schließen des Schalters S laden sich die Kondensatoren über die Widerstände R_1, R_2 bis zur Durchbruchspannung der Neonröhren auf. Dann erfogt die Entladung der Kondensatoren über die Röhren, wobei ihre Spannung bis auf einen Betrag absinkt, bei dem die Glimmentladung durch sie wieder aussetzt. Hierauf findet erneutes Aufladen der Kondensatoren von der Batterie aus statt, bis wieder die Durchbruchspannung der Röhren erreicht ist, und so fort, woraus sich ein pulsierendes Aufleuchten und Verlöschen der durch abgeblendete Schlitze in der Bedienungstafel des Geräts zu beobachtenden Neonröhren ergibt. Da die Frequenz der Pulsationen den Werten des Widerstandes und der Kapazität in jedem der Stromkreise I und II verhältnisgleich ist, lassen sich bei bekannten Werten R_1, C_1 und C_2 die Aufleuchtungen der Neonröhren durch entsprechende Wahl der veränderlichen Kapazität C_2 nicht nur annähernd synchronisieren, sondern auch die Werte des zu messenden Widerstandes R_2 und damit des Feuchtigkeitsgrades des Probestückes bestimmen, ohne daß es erforderlich wäre, die Pulsationen der Röhre N_2 innerhalb eines bestimmten Zeitraumes zählen zu müssen. Die Eichung der Stufen des einstellbaren Kondensators C_2 wird zweckmäßig in Prozentwerten des Feuchtigkeitsgehaltes der Holzprobe mit dem Widerstand R_2 vorgenommen.

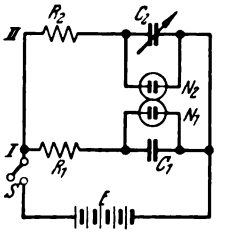


Abb. 3. Schaltung des Feuchtigkeitsmessers.

Soll Holz eines bestimmten Feuchtigkeitsgehaltes ausgesucht werden, so bleibt der einstellbare Kondensator C_2 bei den Nachmessungen in einer dem gewünschten Feuchtigkeitsgrad des auszuwählenden Holzes entsprechenden Stellung. Ist das zu messende Probestück feuchter, so ergeben sich bei der Neonröhre N_2 raschere Aufleuchtungen als bei der Röhre N_1. Im anderen Falle ist das Prüfstück trockener, als der Einstellung des Kondensators C_2 entspricht.

Bei Beobachtung in hellem Sonnenlicht und insbesondere bei der Nachprüfung sehr trockener Hölzer hat es sich als zweckmäßig herausgestellt, einen Kopfhörer in Reihe zur Neonröhre N_2 zu legen und die Entladungen des Kondensators C_2 akustisch zu beobachten. Der Stromverbrauch liegt im Durchschnitt unter 1 mA. Vergleichsmessungen mit dem Gerät und Wägeversuche an künstlich im Trockenschrank getrockneten Hölzern derselben Art (Douglaskiefer) ergaben eine bemerkenswerte Übereinstimmung. (C. G. Suits u. M. E. Dunlap, Gen. Electr. Rev. Bd. 34, S. 706.) *O. N.*

Werkstatt und Baustoffe.

Lorit-Verfahren für die Batterieherstellung. — Das Lorit-Verfahren[1] macht einen Teil der bisherigen Fabrikationsvorgänge, wie Wickeln, Binden und Säuern der Kohlepuppen sowie Verkochen der Elemente überflüssig. Neuanschaffungen und Kapitalfestlegungen sind in keiner Weise erforderlich; das Verfahren kann daher von jeder Batteriefabrik, gleichviel welchen Umfanges, ohne besondere Fabrikationsumstellung aufgenommen werden.

Die Masse Lorit (pulverförmig) wird mit einem vorgeschriebenen Elektrolyten angesetzt; diese Masse ist in trockenem wie auch angesetztem Zustande unbegrenzt haltbar. Die gepreßte Kohlepuppe wird unter vorheriger Bodenisolierung des Zinkbechers in letzteren eingesetzt und dieser mit der angesetzten „Loritmasse" gefüllt. Zur Herstellung des Lorits finden nur säure- und alkalifreie Stoffe Verwendung, so daß eine schädliche Einwirkung auf das Element nicht gegeben ist, vielmehr ist eine Verkrustung der Kohlepuppe und dadurch unvermeidliche Brückenbildung zwischen Depolarisator und Zink ausgeschlossen, so daß das Element in seiner Leistung restlos ausgenutzt werden kann. Der bei Verwendung von ungewickelten Kohlepuppen sich oft zeigende Übelstand des höheren inneren Widerstandes tritt bei diesem Verfahren nicht in Erscheinung. *Hwg.*

[1] DRP. Hersteller: Max Helwig, Berlin-Charlottenburg 5.

Verschiedenes.

Arnold-Stiftung. — Die Zinsen des Stiftungskapitals sind bestimmt zur Ermöglichung oder Förderung von Studien und Forschungsarbeiten am Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule in Karlsruhe. Die Unterstützungen dienen zur Bestreitung von Unkosten und zur Beschaffung von Einrichtungen und Instrumenten, die über den Rahmen dessen hinausgehen, was seitens des Instituts für Sonderarbeiten zur Verfügung gestellt werden kann, und werden als Beihilfe gewährt für diejenigen, die auf Anregung von industrieller oder wissenschaftlicher Seite Arbeiten von allgemeinem Interesse auszuführen bereit sind.

Unterstützung kann jedem gewährt werden, der die Befähigung zu selbständigen Arbeiten besitzt. Gesuche um Gewährung einer Unterstützung sind beim Vorsitzenden des Kuratoriums, Stadtoberbaurat Langer, Städt. Gas-, Wasser- und Elektrizitätsamt Karlsruhe, mit einem Arbeitsplan und einer Erläuterung über die Verwendung der beantragten Unterstützungsumme schriftlich spätetens bis zum 25. XI. 1933 einzureichen.

Der Vorsitzende des Kuratoriums:
Langer.

50jähriges Jubiläum der Société française des Électriciens. — Die „Société française des Électriciens" zu Paris begeht vom 23. bis 26. November die Feier ihres 50jährigen Bestehens. Seit ihrer Gründung durch den hervorragenden Physiker und Techniker E. Mascart hat sie als führende elektrotechnische Gesellschaft Frankreichs maßgebenden Anteil an der elektrotechnischen Entwicklung ihres Landes. Hervorgetreten ist die Société besonders durch die Schaffung der „École supérieure d'Électricité" für die Ausbildung von Elektroingenieuren und des „Laboratoire central d'Électricité", das Prüfungen und wissenschaftliche Untersuchungen aus dem Gebiete der Elektrotechnik durchführt. Der Leiter beider Anstalten, M. P. Janet, ist neben P. Boucherot seit 1930 korrespondierendes Mitglied des Elektrotechnischen Vereins. Die Fachtätigkeit der Société erstreckt sich in erster Linie auf die Veranstaltung von Vorträgen und Besichtigungen, ferner von Diskussionswochen, die in besonderen Ausschüssen vorbereitet werden. Die Société gibt eine monatlich erscheinende Zeitschrift, das „Bulletin de la Société française des Électriciens", und 14tägig literarische Berichte heraus. Zum Andenken an den Gründer ist die Mascart-Medaille gestiftet, die seit 1924 alle 3 Jahre vorwiegend an französische Fachmänner verliehen wurde. *Fr. M.*

Wer soll Unternehmer sein? — Zur Zeit, da man sich in den V. S. Amerika mit der Durchführung eines Programms der Industriekontrolle für Unternehmungen der öffentlichen Hand beschäftigt und der deutsche Reichskanzler die schöpferische Initiative des Unternehmers zum erfolgreichen Wirtschaften für unentbehrlich erklärt, sind Ansichten von Interesse, die kürzlich bei einer Tagung des Advertising Club of New York in und nach einem „die Ära der öffentlichen Unternehmung" behandelnden Vortrag von Prof. W. Rautenstrauch der Columbia Universität geäußert wurden. Der Gelehrte ist der Ansicht, daß die durch wilden Individualismus verursachten sozialen Schäden und selbstsüchtiges, nicht kooperatives Wirken der Privatunternehmungen erheblich für die z. Z. bestehenden wirtschaftlichen Schwierigkeiten verantwortlich seien. Man müsse sich deshalb auf Unternehmungen einstellen, die im öffentlichen Interesse arbeiten, wenn man ausgeglichene und gesunde soziale Zustände schaffen und erhalten wolle. In diesem Zusammenhang wies R. darauf hin, daß die Änderung der Herstellungsverfahren auch den relativen Anteil von Kapital und Arbeit an den erzeugten Waren geändert habe. Charakteristisch sei besonders die Verschiebung in der Art der gewinnbringenden Beschäftigung: 1870 entfielen von dieser etwa 53 % auf Landwirtschaft, 22 % auf Maschinenbau usw. und 1,5 % auf Bergbau, also 76,5 % auf sog. produktive Industrien, während 23,5 % der gewinnbringend Beschäftigten

Digitized by Google

in Handel, Verkehr und anderen Berufen tätig waren; 1930 kamen aber nur 21,5 % auf Landwirtschaft, dagegen 28,5 % auf Maschinenbau usw. und 2 % auf den Bergbau, mithin 52 % auf die produktiven Industrien. Als bemerkenswert bezeichnete der Vortragende ferner die wachsende Verschuldung im Verhältnis zur Kaufkraft der Löhne, die bei den Werkarbeitern von 1926 bis 1930 um 30 % gefallen seien, während sich Zinsen und Dividenden verdoppelt hätten. Seit 1930 zeigten diese allerdings eine Schrumpfung, jedoch nicht in dem Grade wie die Löhne, die jetzt um etwa 35 % unter denen von 1926 lägen. Die Ursache all dieser ungünstigen Verhältnisse erblickt R. in dem unrationellen Arbeiten der Einzelunternehmungen, die nach seiner Auffassung die wirtschaftlichen Grundprinzipien völlig mißachten. Er will die Verteilung des Kreditkapitals kooperativ geregelt und kontrolliert, die relativen Anteile von Arbeit und Kapital an der Erzeugung in ein zweckmäßiges Verhältnis gebracht sehen, dem die kommerzielle und wirtschaftliche Praxis anzupassen sei. Das aber erfordere die Errichtung öffentlicher Unternehmungen.

Diesen Ausführungen ist V. Jordan, der Präsident des National Industrial Conference Board, New York, entgegengetreten. Niemals, so meinte er, hat ein öffentliches Unternehmen in den V. S. Amerika auch nur annähernd das erreicht, was Einzelwerke (individuals) für sich geleistet haben, wie denn bei der gegenwärtigen menschlichen Entwicklung eine wirklich schöpferische Tätigkeit nur dem Einzelnen oder kleinen Gruppen solcher möglich sei, die ein gemeinsames Ziel verfolgen. Wie, so fragt Jordan, würde es heute um die Zivilisation bestellt sein, wenn früher nicht Männer bereit gewesen wären, sich an Erfindungen, Verbesserungen und neue Verfahren zu wagen, die es erlaubten, billiger und reichlicher zu erzeugen und zu verteilen, ja wie das alles sich hätte durchführen lassen ohne den Ansporn des individuellen Strebens nach Prestige, Macht und Gewinn? Jordan weist auch auf die bedeutungsvolle Rolle hin, die Ingenieure und Wirtschaftler bei der Wiederherstellung des Wohlstandes und der Stabilität des amerikanischen Geschäfts zu spielen haben. Einige seiner im Anschluß daran vorgetragenen Ansichten dürften jedoch auf Widerspruch stoßen. Er macht sodann einen wesentlichen Unterschied zwischen „public spirited enterprise“ und „public enterprise“, dem es heute z. T. an einer Durchdringung mit dem Geist öffentlichen Wohles mangele. Man verfalle einem Irrtum, wenn man glaube, daß sich die konstruktiven Ergebnisse einer langsamen individuellen Entwicklung auf einen Schlag nur dadurch erreichen ließen, daß man die Verantwortung für das Unternehmen in die Hände öffentlicher Beamter lege. Auf einigen Gebieten des wirtschaftlichen Lebens, wie auf dem der Erzeugung elektrischer Arbeit, im Bankwesen usw., möge die öffentliche Kontrolle zunehmen, auf allen andern aber erwartet Jordan eine sehr starke Ära der Privatunternehmungen und kraftvollstes Wiederaufleben individueller Betätigung. Die Depression habe in keiner Weise die Fortschritte der Wissenschaft, die Entwicklung neuer Arbeitsprozesse und Konstruktionen behindert, lauter individuelle Bestrebungen, die sich niemals aufhalten oder kontrollieren ließen. Statt einen größeren Teil der geschäftlichen Unternehmen öffentlicher Kontrolle zu unterwerfen, habe die Depression die große Menge dieser in Formen und auf Wege geleitet, die weniger als je für solche Kontrolle geeignet seien. Jordans Meinung geht dahin, daß die V. S. Amerika nicht nur eine mehr auf sich selbst gestellte Nation, sondern eine mehr auf sich selbst gestellter Gebiete (regions) und unabhängiger Individuen werden. (Electr. Engng. Bd. 52, S. 234.) *fm.*

Schutz der Fundamente gegen Lecköl. — Wenn Öl ununterbrochen auf betonierte Maschinenfundamente leckt und sich in irgendwelchen Vertiefungen oder Rillen ansammelt, sucht es durch hydraulischen Druck die Poren des Mörtels zu sprengen (vgl. *A* in Abb. 4). Diese Art der Ausführung ist also falsch. Ein richtiger, sauber verputzter Verguß ist in Abb. 5 dargestellt. Da der Verguß mit den Außenseiten der Maschinengrundplatte abschneidet, ist das Eindringen von Öl in die Fuge *B* viel schwieriger. Wenn Größe und Lage des Fundamentes eine regelmäßige Umschließung der Ecken gestatten, kann man diese auch bis zum Mörtelverguß abschrägen (gestrichelte Linie *C*), um an dieser Stelle jede Ansammlung von Öl zu verhindern. Das Eindringen von Öl in das Fundament wird ferner durch das Auftragen eines Überzuges von Betongrundierung sowie anschließendes zweimaliges Streichen mit Betonglasur wirksam verhindert. (Werkst.-Techn. 1933, S. 126.) *Ka.*

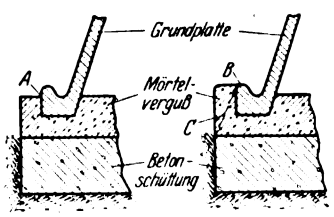


Abb. 4. Abb. 5.

Falsche und richtige Ausführung von Fundamenten.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Internationaler Straßenbahn- und Kleinbahnkongreß. — Der XXIV. Internationale Kongreß der Straßenbahnen, Kleinbahnen und öffentlichen Kraftfahrunternehmen findet 1934 in Berlin statt. Das Programm wird folgende Vorträge umfassen:

1. R. Vente, Rouen, und P. M. Nieuwenhuis, Arnheim: Straßenbahn, Autobus und Fahrdrahtbusbetrieb, Koordination und finanzielle Ergebnisse.

2. A. Devienne, Brüssel, und Br. Dziugiell, Warschau: Werkstätten, Einrichtung und Organisation — Instandhaltungsarbeiten des rollenden Materials: Straßenbahn und Autobus.

3. H. Tricot, Brüssel: Fortschritte in der Unterhaltung und Konstruktion des Gleises, insbesondere der Schweißung von Metallen.

4 a. L. Bacquerisse, Paris: Die Bahnmotoren und die Stromrückgewinnung.

4 b. von Lengerke, Saarbrücken: Vergleich der verschiedenen Stromrückgewinnungs-Bremssysteme in Straßenbahnbetrieben.

5. R. Zehnder-Spoerry, Montreux, und A. Hug, Thalwil: Verwendung von Leichtmetallen in Straßenbahnwagen und Autobuskarosserien.

6. G. Quarg, Berlin, und R. Stuart-Pilcher, Manchester: Verwendung des Dieselmotors; Stand der Entwicklung nach den letzten Erfahrungen.

7. H. Berger, Brüssel, und A. Falkenberg, Lilleaker: Schienengleiche Kreuzungen zwischen Kleinbahnen, Hauptbahnen und Straßen.

8. F. Level, Paris, und P. Lo Balbo, Piémont: Verwendung von Triebwagen.

9. H. Engel, Berlin: Die Wechselbeziehungen zwischen Stadterweiterung, Verkehrsplanung und Tarifgestaltung in Berlin.

10. F. Thomas, Berlin: Einfluß der Verkehrsunternehmen auf das Wirtschaftsleben, gezeigt am Beispiel Berlin.

Sodann folgen Mitteilungen über die Rundfunkstörungen vom technischen Standpunkte, Gleis, Riffelbildung, elektrolytische Korrosion.

Auskunft erteilt die Geschäftstelle: Brüssel, 18, Avenue de la Toison d'Or.

AUS LETZTER ZEIT.

Elektrofront für Pommern. — Zum Zweck systematischer Arbeitsbeschaffung für den Winter wurde nach dem Stett. Gen.-Anz. die „Elektrofront für Pommern“ gegründet. Dieser Zusammenschluß soll — wie in der Gründungsitzung betont wurde — nicht etwa nur eine Interessengemeinschaft des Installationsgewerbes sein, sondern durch die vielen Beschäftigungsmöglichkeiten, die gerade das Elektrofach bietet, der Entlastung der Allgemeinheit dienen.

„Haus des Elektro-Handwerks“, Berlin SW 19, Dresdener Str. 107/8. — Mit dieser Neueinrichtung wird ein langgehegter Wunsch des Berliner Elektroinstallateurhandwerks erfüllt. Sie soll den Zwecken der Selbsthilfe, der Werbung und Arbeitsbeschaffung dienen. Die Elektro-Installateur-Innung tritt hierdurch aus dem Zustand der theoretischen Erörterung heraus, um eine praktische Lösung der brennendsten Fragen der Ausbildung ihres Nachwuchses und der Weiterbildung ihrer Gesellen und Berufskollegen zu erzielen.

Beschränkung der Schwachstromlampen-Herstellung. — Der Reichswirtschaftsminister hat auf Grund des § 5

Digitized by Google

des Zwangskartellgesetzes eine Anordnung erlassen, die die Errichtung neuer Unternehmungen zur Herstellung von Glühlampen mit Metalleuchtkörper unter 30 V und die Erweiterung des Geschäftsbetriebes bestehender Unternehmungen auf die Herstellung von Glühlampen unter 30 V bis zum 31. III. 1934 verbietet. Die Anordnung, die sofort in Kraft tritt, wurde insbesondere mit Rücksicht auf die große Notlage der meist im Thüringer Wald gelegenen Schwachstromlampen-Hersteller erlassen. Der Reichswirtschaftsminister hat sich jedoch ausdrücklich vorbehalten, Ausnahmen von diesem Verbot zu bewilligen.

Auftragsbelebung bei Voigt & Haeffner AG., Frankfurt a. M. — Laut Frankf. Ztg. hat sich die Belegschaft der Firma in diesem Jahre um 230 Personen auf 1160 Arbeiter und 340 Angestellte erhöht. Schon vorher war bekannt, daß im September bereits ein Auftragszugang um etwa 15 % eingetreten war, bemerkenswerterweise vorwiegend Kleinaufträge. Im Oktober hat sich der Auftragseingang erneut belebt, und zwar sind diesmal auch einige bedeutende Großaufträge aus Süddeutschland für Ölschalter zu verzeichnen. Das Kleingeschäft blieb daneben ebenfalls rege.

Absatz von Radiogerät bei Telefunken. — Die Umsätze in Radiogerät bei Telefunken haben in den letzten Monaten etwa 30 ··· 50 % über dem entsprechenden Vorjahresstand gelegen. Dabei sind aber die Mehrumsätze aus der 3. Auflage des Volksempfängers noch nicht berücksichtigt. Saisonentlassungen können infolgedessen diesmal vermieden werden; eine gleichmäßige Beschäftigung bis März ist gesichert.

Der neue Großrundfunksender Hamburg. — Gleichzeitig mit dem Ausbau des Mühlacker-Senders und der Fertigstellung des Berliner Senders in Tegel hat Telefunken auch die Arbeiten für den neuen Hamburger Großrundfunksender im Auftrag der Reichspost in Angriff genommen. Programmgemäß soll er am 15. I. 1934 seine Stimme mit 100 kW auf der neuen, in Luzern festgelegten Welle von 331,9 m in den Äther schicken. Nach Fertigstellung der Gebäude ist nunmehr der Einbau der Sendeanlage in vollem Gang.

Der Sowjet-Rundfunk. — Am 1. VIII. d. J. waren in Sowjetrußland vorhanden: ein 500 kW-Sender, vier 100 kW-Sender, ein 50 kW-Sender, ein 40 kW-Sender, ein 36 kW-Sender, ein 30 kW-Sender, ein 25 kW-Sender, sechs 20 kW-Sender, neunzehn 10 kW-Sender. Zusammen mit den Sendern von weniger als 10 kW Leistung ergibt sich eine Gesamtleistung von 1444 kW. — Die an die Einführung der Rundfunkgebühr geknüpften Erwartungen sind, wie die am 15. VIII. d. J. abgeschlossenen Statistiken zeigen, bei weitem nicht eingetroffen. In der Umgebung von Moskau wurden nur 30 %, in der Ukraine 8 %, in Transkaukasien 4 % und im Uralgebiet nur 3 % der veranschlagten Beträge eingenommen.

Radio-Lizenz-Abkommen mit der französischen Funkindustrie. — Kürzlich sind die Verhandlungen beendigt worden, die zwischen dem Verband der Funkindustrie und Vertretern der französischen Radioindustrie über die Regelung der deutschen Radioausfuhr nach Frankreich geführt wurden. Gegen diese Ausfuhr war französischerseits aus patentrechtlichen Erwägungen Einspruch erhoben worden. Das Abkommen besagt, daß die deutschen Lieferanten von Rundfunkgerät für die bisherige Einfuhr eine einmalige Lizenzabfindung und fortan für jedes Gerät eine bestimmte Gebühr entrichten. Der deutschen Funkindustrie ist dagegen die Einfuhr von 40 000 Funkapparaten zugestanden, die sich jedoch im Rahmen des Anfang dieses Jahres zwischen der deutschen und französischen Elektroindustrie vereinbarten Gewichtskontingents für Rundfunkapparate halten muß.

Mängel in der Elektrowirtschaft der UdSSR. — Auf einer Sitzung des Kollegiums des Volkskommissariats für die Schwerindustrie wurde lt. I und H festgestellt, daß die Zahl der Betriebstörungen auf den Elektrostationen der UdSSR. gegenwärtig außerordentlich hoch sei. Es wird vor allem geklagt über die ungenügende Ausbildung des Bedienungspersonals und die rücksichtslose Behandlung der Einrichtungen. Vielfach ist die Ursache auch in der geringen Qualität der Einrichtungen selbst zu suchen. Besonders schlecht sollen die Schutzrelais für die Schachtanlagen in Donbass sein. Zwecks Behebung der Mängel wird eine neue Nomenklatur für Schutzrelais und Apparate ausgearbeitet. Die Unterrichtsprogramme der Hochschulen und sonstigen technischen Lehranstalten sollen dahin revidiert werden, daß die Studenten eine bessere Vorbildung für die Bedienung der Elektrostationen und des Leitungsnetzes erhalten.

Elektrische Licht- und Kraftanlagen AG. — Herr Max Wolf, bisher Vorstandsmitglied der Deutsche Telephonwerke und Kabelindustrie AG., ist in den Vorstand obiger Gesellschaft eingetreten.

Preußische Elektrizitäts-AG. — Herr Generaldirektor Dr.-Ing. E. h. Frank hat sein Amt in dem Vorstand der Gesellschaft aus Gesundheitsrücksichten niedergelegt. An seine Stelle ist Herr Dr.-Ing. E. h. Knud Nielsen unter Beibehaltung seiner bisherigen Stellung als Vorstand der Nordwestdeutsche Kraftwerke AG. berufen worden. Im Zusammenhang mit dieser Veränderung ist Herr Ministerialrat a. D. Roemer aus dem Vorstand der Preußischen Elektrizitäts-AG. ausgeschieden, um in den Vorstand der Nordwestdeutsche Kraftwerke AG. überzutreten.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur außerordentlichen Sitzung des Elektrotechnischen Vereins, verbunden mit der 10. Hauptversammlung der Heinrich-Hertz-Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens e. V., am Dienstag, dem 21. XI. 1933, abends 8h (pünktlich) im Hörsaal des neuen Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule zu Berlin.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Angelegenheiten der Heinrich-Hertz-Gesellschaft.
2. Vortrag des Herrn Präsident a. D. Professor Dr.-Ing. E. h. Dr. K. W. Wagner über das Thema: „Vorläufige Ergebnisse der funktechnischen Expedition der Heinrich-Hertz-Gesellschaft nach Tromsö (Norwegen)".
3. Vorführung eines Films über die elektromagnetische Echolotung der Ionosphäre.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können gegen Vorzeigung der Dauer-Gastkarte oder nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten können in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle gelöst werden.

Ohne Karte kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Elektrotechnischer Verein e. V.

Der Vorsitzende:

Dr. Bücher.

Digitized by Google

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

VDE-Mitgliedsbeitrag für 1934.

Die Mitglieder des VDE sind innerhalb der Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit in die Deutsche Arbeitsfront eingegliedert, **ohne daß für sie die Notwendigkeit besteht, anderen Organisationen der Arbeitsfront beizutreten.**

Die Zugehörigkeit zur Arbeitsfront verpflichtet die VDE-Mitglieder, unablässig an ihrer beruflichen Fortbildung weiter zu arbeiten. Diesem Zweck dient der Pflichtbezug einer für alle Vereine und Verbände der Reichsgemeinschaft gemeinsamen Wochenzeitschrift.

Es ist deshalb eine Änderung des Mitgliedsbeitrages gemäß nachfolgender Staffelung notwendig geworden:

A. Persönliche Mitglieder				
Staffel 1	Erwerbslose und Jungmitglieder bis zu 25 Jahren . .	jährl.	12	RM
„ 2	Mitglieder in ausgesprochener Anfangsstellung bis zu 30 Jahren	„	24	„
„ 3	Mitglieder bis zu einem Monatseinkommen von 1000 RM	„	36	„
„ 4	Mitglieder mit einem Monatseinkommen über 1000 RM	„	50	„
B. Körperschaftliche Mitglieder				
Staffel 1	Behörden, Schulen, wissenschaftliche Vereine usw. .	jährl.	42	RM
„ 2	Sonstige körperschaftliche Mitglieder, städt. und staatl. Betriebe, auch Eltwerke, Privatfirmen, offene Handelsgesellschaften, Gesellschaften mit beschränkter Haftung, Aktiengesellschaften, usw., die beschäftigen:			
	a) bis 50 Angestellte und Arbeiter	„	56	„
	b) von 51 bis 100 Angestellte und Arbeiter	„	81	„
	c) von 101 bis 250 Angestellte und Arbeiter . .	„	126	„
	d) von 251 bis 500 Angestellte und Arbeiter . .	„	156	„
	e) von 501 bis 1000 Angestellte und Arbeiter . .	„	306	„
	f) über 1000 Angestellte und Arbeiter auf Anfrage.			

Hierfür erhalten künftig sämtliche Mitglieder des Verbandes die **ETZ und** die besondere **Wochenzeitschrift** (voraussichtlich RTA-Nachrichten), letztere als Organ der Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit.

Der Beitrag ist möglichst für das ganze Jahr oder halbjährlich zu zahlen. Die erste Zahlung ist

spätestens bis 27. November 1933

an den zuständigen EV bzw. die zuständige ETG zu zu leisten, damit die Zeitschriftenlieferung für das neue Jahr rechtzeitig eingewiesen werden kann.

Mitglieder, die mehreren Verbänden und Vereinen der Reichsgemeinschaft angehören, müssen den Verband oder Verein angeben, von dem sie die Lieferung der gemeinsamen Wochenzeitschrift wünschen, um Doppellieferung zu vermeiden.

Die Berechnung der Wochenzeitschrift erfolgt nur einmal und ist bei Doppelmitgliedschaft vom Mitgliedsbeitrag des zweiten Vereins mit 6 RM abzuziehen.

Verbandsmitglieder, die **keinem Ortsverein** angehören, zahlen ihre Beiträge über unser **Postscheckkonto Berlin 213 12,** während alle **übrigen** Mitglieder die Beiträge an den **Ortsverein abführen, dem sie als Mitglied angehören.**

Auf bereits für 1934 gezahlte Mitgliedsbeiträge sind die erforderlichen Nachzahlungen möglichst bald zu leisten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Vorsitzende: Ohnesorge. Der Generalsekretär: P. Schirp.

Bekanntmachung.

Kommissionen für Errichtungsvorschriften I und II.

Die Kommissionen haben durch ihren Sonderausschuß „Leuchtröhrenanlagen" die zu dem in ETZ 1933, S. 616 u. ff., veröffentlichten Entwurf 1 für eine Neufassung von VDE 0128 „Regeln für die Errichtung von Leuchtröhrenanlagen" eingegangenen Einwände durcharbeiten lassen. Das Ergebnis dieser Beratungen ist in dem nachstehend veröffentlichten Schlußentwurf zu

VDE 0128/1933

„Regeln für Leuchtröhrenanlagen und Leuchtröhrengeräte"

niedergelegt.

Entgegen der zu dem Entwurf 1 veröffentlichten Einführung in diese neuen Regeln von Herrn Starck, die die damalige Ansicht des Sonderausschusses wiedergab, ist in der endgültigen Fassung der Regeln auf Grund nochmaliger eingehender Beratungen unter Berücksichtigung von Versuchsergebnissen, Einsprüchen und Beobachtungen in der Praxis eine Einschränkung dahingehend erfolgt, daß außer der gemeinsamen metallenen Umschließung auch stets eine Schutzmaßnahme gemäß § 3 von VDE 0100/1930 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V. E. S. 1." verlangt wird.

Der mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestattete Ausschuß hat in seiner am 11. Juni 1933 in Wiesbaden abgehaltenen Sitzung den Vorstand ermächtigt, die Neufassung der „Regeln für Leuchtröhrenanlagen und Leuchtröhrengeräte" zu verabschieden.

Der Vorstand hat daher diesen Schlußentwurf angenommen und mit dem 1. Januar 1934 in Kraft gesetzt.

Mit dem gleichen Tage wird die bisherige Fassung von VDE 0128/1930 außer Kraft gesetzt.

Verband Deutscher Elektrotechniker:
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Kommission für Errichtungsvorschriften I und II. Schlußentwurf.

VDE 0128/1933.

Regeln für Leuchtröhrenanlagen und Leuchtröhrengeräte.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.
§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.
II. Begriffserklärungen.
§ 3.
III. Bestimmungen.
A. Leuchtröhrenanlagen.
§ 4. Allgemeines.
§ 5. Schutz gegen zufällige Berührung.
§ 6. Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung.
§ 7. Transformatoren.
§ 8. Drosselspulen, Kondensatoren und Widerstandsgeräte.
§ 9. Schalt- und Sicherheitseinrichtungen.
§ 10. Leitungen.
§ 11. Leuchtröhrenanlagen in Räumen besonderer Art.
§ 12. Gasentladungsröhren für Spannungen bis 250 V gegen Erde.
§ 13. Gasentladungsröhren mit Nachspeisevorrichtung.
B. Leuchtröhrengeräte.
§ 14. Allgemeines.
§ 15. Schutz gegen zufällige Berührung.
§ 16. Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung.
§ 17. Kriech- und Luftstrecken.
§ 18. Isolation.
§ 19. Kontaktteile.
§ 20. Innere Verbindungen.
§ 21. Leistungsschild.
§ 22. Modellprüfung.
§ 23. Stückprüfung.

Digitized by Google

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Regeln treten am 1. Januar 1934 in Kraft[1].

§ 2.

Geltungsbereich.

Diese Regeln gelten für Leuchtröhrenanlagen und Leuchtröhrengeräte, die aus Wechselstromnetzen bei Netzfrequenz betrieben werden (siehe §§ 4 und 14).

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

Unter Leuchtröhrenanlagen sind Beleuchtungs-, Signal- oder Lichtreklame-Anlagen zu verstehen, bei denen der Lichterzeuger ganz oder zum Teil aus Gasentladungsröhren besteht. Unter Gasentladungsröhren sind gasgefüllte Glasröhren zu verstehen, die mit Elektroden für den Stromübergang vom Leiter zur Gassäule versehen sind.

Nach der Art der Füllungsgase ist zu unterscheiden zwischen Gasentladungsröhren, die vorwiegend mit Edelgasen, wie Neon, Argon, Helium, Krypton, Xenon oder deren Gemische, gefüllt sind, und solchen, deren Füllung überwiegend aus unedlen Gasen, wie Stickstoff, Kohlensäure oder Wasserstoff, besteht und, die mit einer Nachspeisevorrichtung versehen sind.

Unter Leuchtröhrenanlagen sind im Rahmen dieser Regeln, wenn nichts Besonderes bemerkt ist, solche mit Edelgasfüllung zu verstehen.

Unter Leuchtröhrengeräten sind alle Arten von ortsveränderlichen Reklameschildern und Dekorationsleuchten zu verstehen, bei denen der Transformator und die Elektroden der Leuchtröhren in einem gemeinsamen Schutzgehäuse untergebracht sind.

III. Bestimmungen.

A. Leuchtröhrenanlagen.

§ 4.

Allgemeines.

Für Leuchtröhrenanlagen gelten VDE 0100 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S. 1.“, VDE 0101 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V.E.S. 2.“, VDE 0105 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen V.B.S.“ und die einschlägigen Konstruktionsbestimmungen, soweit in den nachstehenden Regeln keine Abweichungen enthalten sind.

Leuchtröhrenanlagen dürfen in Wechselstromnetzen nur über besondere Transformatoren angeschlossen werden und zwar über solche mit getrennten Wicklungen, sofern die Röhren mit höheren Spannungen als 250 V gegen Erde betrieben werden. Nur Leuchtröhrenanlagen, die als Kennfeuer für Flugzeuge zur Warnung vor Leitungen mit Spannungen von mehr als 250 V gegen Erde oder zu Signalzwecken dienen, dürfen unmittelbar aus diesen Leitungen betrieben werden.

Bei Leuchtröhrenanlagen mit Edelgasfüllung darf die Nenn-Sekundärspannung der Transformatoren — auch bei solchen mit Anzapfungen an der Primärwicklung — 6 kV + 5 % Toleranz nicht übersteigen. Bei Anlagen mit unedlen Gasen gilt diese Spannungsgrenze nicht (siehe § 13).

Durch Verzerrung der Leerlaufspannungskurve dürfen Spannungen, deren Scheitelwert $\sqrt{2}\times$ Nenn-Sekundärspannung übersteigt, nicht auftreten.

Zur Messung des Scheitelwertes sind Kugelfunkenstrecken oder sonstige für derartige Messungen geeignete Meßgeräte zu benutzen.

§ 5.

Schutz gegen zufällige Berührung.

Transformatoren, Drosselspulen, Kondensatoren und Widerstandsgeräte sind in ausreichend gelüftete Metallschutzkasten einzubauen. Öffnungen zum Transformator dürfen nur nach zwangsläufiger Abtrennung des Primärstromkreises freigelegt werden können. Alle Schutzkasten dürfen nur durch Werkzeug oder einen Bartschlüssel (nicht durch einen Steckschlüssel) geöffnet werden können. Die Kasten sind mit einem gut sichtbaren Warnungsschild nach Anhang II von VDE 0105/1932 zu versehen.

Die zwangsläufige Abtrennung des Primärstromkreises kann bei kleinen (Einbau-)Transformatoren unterbleiben. Voraussetzung hierfür ist jedoch, daß an jeden Transformator nur ein Rohrsystem angeschlossen ist, daß die Elektroden dieses Systemes mit dem Transformator in einem gemeinsamen, nur durch Werkzeug oder Bartschlüssel zu öffnenden Schutzgehäuse untergebracht sind und, daß die Anlage der Allgemeinheit nicht ohne weiteres zugänglich ist.

Ein besonderer Schutz gegen Berührung der leuchtenden Glasröhren ist nicht erforderlich. Der Teil der Leuchtröhre, der die Elektroden und ihre Anschlüsse enthält, ist jedoch der Berührung zu entziehen.

§ 6.

Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung.

Alle nicht Spannung führenden Metallteile einer Leuchtröhrenanlage, z. B. Eisenteile von Transformatoren, Schutzhüllen von Leitungen auf der Sekundärseite, Schutzkasten von Transformatoren, Drosselspulen, Kondensatoren, Widerstandsgeräten und Elektroden sowie Einzelteile von Eisengerüsten, die bei einem Isolationsfehler Spannung annehmen können, sind an eine gemeinsame Schutzleitung zur Ausführung von Schutzmaßnahmen nach VDE 0140 „Leitsätze für Schutzmaßnahmen in Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, L.E.S. 1.“ anzuschließen. Bei vernieteten oder verschweißten Metallteilen genügt ein einzelner Anschluß an die Schutzleitung. Anschlußschrauben für die Schutzleitung sind vorzusehen und zu kennzeichnen. Offen verlegte Schutzleitungen sollen in Fällen besonderer mechanischer Gefährdung einen Kupferquerschnitt von mindestens 16 mm² haben.

Wird ein Punkt des Sekundärstromkreises betriebsmäßig geerdet, so ist er mit den dann ebenfalls zu erdenden Eisenteilen der Transformatoren zu verbinden.

§ 7.

Transformatoren.

Transformatoren für Leuchtröhrenanlagen unterliegen VDE 0532 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T.“, soweit nicht nachstehend andere Bestimmungen getroffen sind.

Für die Sekundärwicklungen gelten folgende Bestimmungen:

a) Nenn-Sekundärspannungen bis 3 kV:
Die Sekundärwicklung kann
1. ohne Verbindung mit dem Gehäuse,
2. einpolig mit dem Gehäuse verbunden oder
3. in ihrem Mittelpunkt (Sternpunkt) mit dem Gehäuse verbunden

ausgeführt sein.

b) Nenn Sekundärspannungen von mehr als 3 ··· 6 kV:
Die Sekundärwicklung kann
1. ohne Verbindung mit dem Gehäuse oder
2. in ihrem Mittelpunkt (Sternpunkt) mit dem Gehäuse verbunden

ausgeführt sein.

Transformatoren werden im allgemeinen der Wicklungs- und Windungsprüfung nach VDE 0532, jedoch mit nachstehenden Einschränkungen unterworfen:

a) Für Transformatoren, bei denen kein Punkt der Sekundärwicklung dauernd mit dem Gehäuse fest verbunden und kurz geerdet ist, genügt für die Wicklungsprüfung der Sekundärwicklung eine Prüfspannung von $2\,U$, jedoch nicht unter 2,5 kV.

b) Für Transformatoren, bei denen ein Punkt der Sekundärwicklung dauernd mit dem Gehäuse fest verbunden und kurz geerdet ist, kommt sekundär nur die Windungsprüfung zur Anwendung.

Die Sprungwellenprüfung fällt fort.

Die Durchführungsisolatoren sind mit dem 2-fachen Betrage der Nenn-Sekundärspannung zu prüfen; § 27 b) von VDE 0532/1930 kommt nicht zur Anwendung.

Das Leistungsschild soll enthalten:
Modellbezeichnung oder Listennummer,
Fertigungsnummer,
Nennleistung,
Nennfrequenz,
Nenn-Primärspannung,
Nenn-Sekundärspannung,
Nenn-Primärstrom.

Werden bei dauernd kurzgeschlossenen Sekundärklemmen des Transformators — gleichgültig welchen, auch bei Mittelpunkts-(Sternpunkts-)Abgriff — die Grenzerwärmungen nach VDE 0550 „Regeln für die Kon-

[1] Angenommen durch den Vorstand im November 1933.

Digitized by Google

struktionen und Prüfung von Schutz-, Netzfernmelde- und sonstigen Transformatoren für Kleinspannung und Kleinleistung R.E.T.K." überschritten, so sind Maßnahmen gegen unzulässige Erwärmung zu treffen. Die Temperaturmessung erfolgt nach den Bestimmungen in VDE 0550.

Transformatoren, die nicht als Einbautransformatoren (siehe § 5) ausgeführt sind, sind leicht zugänglich und so aufzustellen, daß für die mit der Überwachung und Einregelung Beauftragten ein gesicherter Standort vorhanden ist. Ferner sind die Sekundärleitungen zu den Leuchtröhren möglichst kurz zu halten.

§ 8.
Drosselspulen, Kondensatoren und Widerstandsgeräte.

Das Leistungsschild der Drosselspulen und Kondensatoren soll enthalten:

Modellbezeichnung oder Listennummer,
Fertigungsnummer,
Nennfrequenz,
Nenn-Sekundärspannung des zugehörenden Transformators,
für Drosselspulen Nennstrom,
für Kondensatoren Kapazität.

Die Wicklungsprüfung ist bei den in die Sekundärleitungen eingebauten Drosselspulen und Widerstandsgeräten nach VDE 0532, jedoch mit einer Prüfspannung vom 2-fachen Betrage der auf dem Leistungsschild angegebenen Nenn-Sekundärspannung des zugehörenden Transformators auszuführen.

Auf den Widerstandsgeräten ist anzugeben:

Modellbezeichnung oder Listennummer,
Widerstand,
Nennstrom.

§ 9.
Schalt- und Sicherheitseinrichtung.

Das Ein- und Ausschalten der Leuchtröhrenanlage soll auf der Primärseite durch Schalter mit erkennbarer Schaltstellung erfolgen.

Auf der Sekundärseite sind Schalteinrichtungen zulässig, wenn zwangsläufig nur in spannungslosem Zustand geschaltet werden kann.

In die Primärleitungen der Leuchtröhrenanlagen sind besondere Stromsicherungen (Schmelzsicherungen oder Selbstschalter) einzubauen. Schalter und Stromsicherungen sind als zur Leuchtröhrenanlage gehörend in haltbarer Weise zu kennzeichnen und außerhalb der Transformatoren-Schutzkasten, möglichst aber in ihrer Nähe, oder von außen bedienbar anzuordnen.

Werden weitere Stromsicherungen für die einzelnen Transformatoren einer Anlage angebracht, so dürfen die hierfür erforderlichen Sicherungselemente innerhalb des Transformatoren-Schutzkastens untergebracht werden. Die Sicherungslemente sind innerhalb der Transformatoren-Schutzkasten übersichtlich und so anzuordnen, daß ihre Bedienung leicht möglich ist.

§ 10.
Leitungen.

Für die Sekundärseite sind Bleikabel, Gummiaderleitungen für die entsprechenden Spannungen[2] oder Leuchtröhrenleitungen besonderer Bauart[2] zu verwenden. Die Gummiaderleitungen sind in einem Metallgehäuse zu führen oder in Stahlpanzerrohren oder Stahlrohren zu verlegen. Diese Metallgehäuse oder Rohre sind mit Schutzmaßnahmen nach § 6, Abs. 1 zu versehen.

Für die Auswahl der Leitungen ist die Nenn-Sekundärspannung des Transformators, nicht die Spannung gegen Erde maßgebend.

Im Inneren geschlossener Leuchtschilder sind blanke Leitungen auf zuverlässigen Isolierkörpern zulässig.

Als Abstände zwischen blanken, Spannung führenden Leitungen gegeneinander und gegen nicht Spannung führende Metallteile sind mindestens 20 mm vorzusehen, falls nicht besondere Maßnahmen zur Isolierung angewendet sind.

§ 11.
Leuchtröhrenanlagen in Räumen besonderer Art.

Unabhängig von den in §§ 23, 24, 27 und 30 von VDE 0101/1930 gegebenen Bestimmungen sind Leuchtröhrenanlagen nach den vorstehenden Regeln zulässig.

[2] Bestimmungen für Aufbau und Prüfung dieser Leitungen sind in Vorbereitung

§ 12.
Gasentladungsröhren für Spannungen bis 250 V gegen Erde.

Bei Gasentladungsröhren für Spannungen bis 250 V gegen Erde ist eine elektrische Trennung vom Netz gemäß § 4 nicht erforderlich.

Zur Einleitung des Zündvorganges ist es gestattet, Hilfsgeräte, wie Induktoren oder Resonanzkreise, zu verwenden, die vorübergehend eine höhere Spannung als 250 V gegen Erde erzeugen.

§ 13.
Gasentladungsröhren mit Nachspeisevorrichtung.

Gasentladungsröhren mit Nachspeisevorrichtung werden an Ort und Stelle zusammengebaut, evakuiert und mit Gas gefüllt. Eine Grenze für die Nenn-Sekundärspannung der Transformatoren ist nicht festgelegt (vgl. § 4).

Als Abstände zwischen blanken, Spannung führenden Leitungen und Teilen gegeneinander und gegen nicht Spannung führende Leitungen und Teile sind bis zu einer Spannung von 25 kV mindestens 100 mm vorzusehen.

Abweichend von § 7 darf kein Punkt der Sekundärwicklung des Transformators mit der Erde in leitender Verbindung stehen. Die Wicklungs- und Windungsprüfung ist nach § 7 durchzuführen.

Die zum Einregeln der Stromstärke benötigten Widerstandsgeräte oder Drosselspulen dürfen nur primärseitig eingebaut werden.

Die Elektroden, Gaserzeuger, Ventile und der Transformator sind in Schutzgehäusen unterzubringen. Im übrigen sind die unter §§ 6 und 7 angeführten Schutzmaßnahmen zu beachten.

Zur Verhinderung kapazitiver Ableitungen gegen Erde sind die Röhren unter Verwendung einer isolierenden Zwischenschicht zu haltern.

B. Leuchtröhrengeräte.

§ 14.
Allgemeines.

Für Leuchtröhrengeräte gelten VDE 0100, VDE 0101 und die einschlägigen Konstruktionsbestimmungen, soweit in den nachstehenden Regeln keine Abweichungen enthalten sind.

Für Transformatoren, Drosselspulen, Kondensatoren und Widerstandsgeräte gelten §§ 7 und 8.

Abweichend von § 4 dürfen für ortsveränderliche Leuchtröhrengeräte nur Transformatoren Verwendung finden, deren Nenn-Sekundärspannung 3 kV und deren Kurzschlußstrom 50 mA nicht überschreitet.

Für den Anschluß an das Netz sind Geräteanschlußschnüre und Gerätesteckvorrichtungen nach VDE 0625 „Vorschriften für 2-polige Gerätesteckvorrichtungen und Geräteanschlußschnüre 10 A 250 V für Hand- und Elektrowärmegeräte" zu verwenden.

§ 15.
Schutz gegen zufällige Berührung.

Die unter Spannung stehenden, nicht mit Isolierstoff bedeckten Teile müssen im Handbereich gegen zufällige Berührung geschützt sein.

Lackierung und Emaillierung allein gilt nicht als Isolierung im Sinne des Berührungsschutzes.

Ein Öffnen der Leuchtröhrengeräte darf nur nach zwangsläufiger Abtrennung des Primärstromkreises möglich sein.

Abdeckungen müssen zuverlässig befestigt werden; sie dürfen nur mit Werkzeugen abnehmbar sein.

Kein Punkt der Sekundärwicklung darf entgegen § 7 mit dem Transformatorkern oder dem Schutzgehäuse in leitender Verbindung stehen; der Transformatorkern ist gegen das Schutzgehäuse zu isolieren.

Die Einführungsöffnungen für die Leuchtröhren sind so auszubilden, daß Spannung führende Teile der zufälligen Berührung entzogen sind.

§ 16.
Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung.

Falls das Schutzgehäuse nicht aus Isolierstoff besteht, muß für die Möglichkeit einer Erdung, Nullung oder Schutzschaltung aller der Berührung zugänglichen Metallteile gesorgt sein. Die Gerätesteckvorrichtung muß einen Schutzkontakt haben; der Schutzkragen des Gerätesteckers dient als Schutzkontakt am Leuchtröhrengerät.

Digitized by Google

Alle der Berührung zugänglichen, nicht Spannung führenden Metallteile der Leuchtröhrengeräte, die unmittelbar Spannung annehmen können, müssen miteinander und mit dem Schutzkragen der Gerätesteckvorrichtung gut leitend verbunden sein.

Bei Schaltern muß die Achse gegen alle der Berührung zugänglichen Metallteile isoliert sein, falls nicht die Achse zuverlässig an den Schutzkragen angeschlossen ist.

§ 17.

Kriech- und Luftstrecken.

Die Träger Spannung führender Teile dürfen gegen benachbarte Metallteile nicht so weit verschiebbar sein, daß die nachstehenden Kriech- und Luftstrecken unterschritten werden:

a) auf der Primärseite	
Kriechstrecke	4 mm,
Kriechstrecke, die der Möglichkeit einer Verschmutzung und Feuchtigkeitseinflüssen völlig entzogen ist	3 „ ,
Luftstrecke zwischen Teilen verschiedener Polarität	3 „ ,
Luftstrecke zwischen Spannung führenden Teilen und nicht isolierten Gehäuseteilen oder der Wand (Erde)	4 „ .
b) auf der Sekundärseite:	
Kriechstrecke	15 „ ,
Luftstrecke zwischen Teilen verschiedener Polarität	10 „ ,
Luftstrecke zwischen Spannung führenden Teilen und nicht isolierten Gehäuseteilen oder der Wand (Erde)	10 „ .

§ 18.

Isolation.

Die Spannung führenden Teile müssen auf ausreichend feuer- und wärmesicheren Isolierteilen von genügender mechanischer Festigkeit angebracht sein. Falls diese Isolierteile nicht feuchtigkeitssicher sind, müssen sie noch besonders vom Gehäuse isoliert sein.

§ 19.

Kontaktteile.

Die Kontaktstellen Strom führender Teile müssen so ausgeführt sein, daß sie sich durch betriebsmäßige Erwärmung, die Veränderung von Isolierstoffen sowie durch die betriebsmäßigen Erschütterungen weder lockern noch mit anderen Metallteilen in leitende Verbindung kommen können. Der Kontaktdruck darf nicht über eine Zwischenlage aus Isolierstoff übertragen werden.

Kontaktstifte müssen im Leuchtröhrengerät so gesichert sein, daß sie auch bei Lockerung nicht drehbar sind. Der Schutzkragen des Gerätesteckers darf nicht durch Steckerstifte befestigt werden.

Der Schutzkragen darf außer den in den einschlägigen DIN-Blättern[3] zugelassenen Aussparungen (Schlitzen) keine Unterbrechungen an seiner Innenfläche (Ausbeulungen usw.) haben.

Schrauben, die Kontakte vermitteln, müssen aus Metall bestehen und in metallenes Muttergewinde eingreifen.

§ 20.

Innere Verbindungen.

Innere Verbindungen dürfen bei auftretenden thermischen und mechanischen Beanspruchungen ihre Festigkeit und Kontaktfähigkeit nicht unzulässig ändern. Eiserne Verbindungen sind vor Rost zu schützen.

§ 21.

Leistungsschild.

Leuchtröhrengeräte sollen außen ein Leistungsschild mit den in § 7 vorgeschriebenen Angaben tragen.

§ 22.

Modellprüfung.

Nach Lagerung der Leuchtröhrengeräte in feuchter Luft gemäß § 95 (Stufe 1) von VDE 0610/1928 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I." ist die Isolation zu prüfen. Dazu sind die Spannung führenden Teile des Leuchtröhrengerätes und des Zubehöres gegen die der Berührung zugänglichen Metallteile einer Wechselspannung von 1 kV 1 min lang auszusetzen. Hierbei darf weder Durch- noch Überschlag eintreten.

Die Stromquelle muß eine Leistung von wenigstens 0,5 kVA bei 50 Per/s haben.

Nach dieser Prüfung muß das Leuchtröhrengerät noch betriebsfähig sein.

§ 23.

Stückprüfung.

Jedes Leuchtröhrengerät ist mindestens 30 min lang auf Betriebsfähigkeit zu prüfen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

[3] Z. Z. gilt DIN VDE 9490, 2. Ausgabe.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Breslau. 21. XI. 1933, abds. 8 h, Hörsaal 301 der T. H., Eing. Helmut-Brückner-Ufer: Vortrag Obering. G. Müller, „Stromrichter mit und ohne Steuergitter".

Elektrotechn. Gesellschaft zu Danzig. 20. XI. 1933, abds. 8 h, gr. Hörsaal des Elektrotechn. Inst. der T. H., Danzig-Langfuhr: Vortrag Dr. Lesch, Mannheim, „Drehzahlregelung von Drehstrommotoren".

Thüringer Elektrotechn. Verein, Erfurt. 17. XI. 1933, abds. 8 h, Haus Kossenhaschen, Vereinssaal: Lichtbildervortrag Dr. Spethmann, Essen, „Nordamerika von heute".

Elektrotechn. Gesellschaft Magdeburg. 21. XI. 1933, abds. 8¼ h, Festsaal der Ver. Techn. Staatslehranst. f. Maschinenwes., am Krökentor 1: Vortrag Dipl.-Ing. Vahl, Berlin, „Fortschritte im Bau der Meßwandler".

Pomm. Elektrotechn. Verein, Stettin. 17. XI. 1933, abds. 8¼ h, Konzerthaus: Vortrag A. Gust, „Neuzeitl. Fernsprechtechnik, wesentliche Etappen ihrer Entwicklung".

Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure, Berlin. gemeinsam mit dem Außeninstitut der T. H. Berlin in Verbindung mit der Arbeitsgemeinschaft der Auslandingenieure und der Arbeitsgemeinschaft für Auslands- und Kolonialtechnik. Vortragsreihe: Stand der Auslandtechnik. 5 Doppelstunden 5 RM. Hauptgebäude der T. H., alter Physikhörsaal:
27. XI. 1933: Prof. Dr. Schultze, „Europäisches Ausland".
4. XII. 1933: Dipl.-Ing. Kroseberg: „Nordamerika".
11. XII. 1933: Prof. Dr. Goebel: „Südamerika".
15. XII. 1933: a) Dir. Esterer: „Südasien (Japan, China) und Australien"; b) Dr. Wölbling: „Nordasien (Sibirien und Mandschurei)".
18. XII. 1933: Dr. Moeller: „Indien und Niederländisch-Indien".

Deutsche Beleuchtungstechn. Gesellschaft, Berlin. 17. XI. 1933: 21. Hauptversammlg., mittags 2 h, T. H. Berlin, Hörsaal 141 (Hauptgeb., Erdgeschoß): 1. Vortrag Architekt Haegele, Berlin, „Weiterentwicklung in der Beleuchtungskörperherstellung durch kunsthandwerkliches Wertschaffen". 2. Vortrag Dr.-Ing. Weigel, Karlsruhe, „Die Geleuchtbaustoffe — ihre Natur und ihre lichttechnischen Eigenschaften". 3. Vortrag Obering. Krüger, Berlin, „Die an einen guten Beleuchtungskörper zu stellenden elektrotechnischen Forderungen".

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Ph. Kessler. — Direktor Philipp Kessler, Vorsitzender des Reichsfachverbandes der elektrotechnischen Industrie (RFE)[1], stammt aus der Rheinpfalz. Er steht im 45. Lebensjahre. Nach dem Studium von Maschinenbau und Elektrotechnik war er auf den Gebieten der Konstruktion, Fabrikation und des Vertriebes elektrotechnischer Maschinen, Transformatoren, Apparate, Schaltgeräte, Kabel, Installationsmaterial usw. im Inland und Ausland mit Erfolg tätig. Seit dem Herbst 1931 ist er

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 1107.

Digitized by Google

Vorsitzender des Vorstandes der Bergmann-Elektricitäts-Werke AG. Überzeugt von dem hohen Werte wirklicher Gemeinschaftsarbeit hat er als Wirtschaftsführer in wei-

Ph. Kessler.

ten Arbeitnehmer- und Arbeitgeberkreisen reiche Anerkennung gefunden. Im Weltkriege kämpfte er als Artillerieoffizier auf dem westlichen Kriegschauplatz.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Zeitgemäße Elektrizitätswirtschafts-Aufgaben.

Einige Hinweise sollen den ausführlichen und sehr wertvollen Aufsatz von Herrn Dr.-Ing. ROHRLACH in der ETZ 1933, H. 30, ergänzen.

Zu den zeitgemäßen Elektrizitätswirtschafts-Aufgaben gehört auch der allmähliche Abbau der Finanzzuschläge, die von den Kommunen bei den Elektrizitätstarifen erhoben werden. Wenn auch nicht verkannt werden soll, daß besonders den Städten durch die Arbeitslosigkeit gewaltige Wohlfahrtslasten auferlegt sind und ihnen bei der Bewältigung dieser Ausgaben kaum ein anderer Weg als die Zuflucht zu den Elektrizitätstarifen übrig blieb, so muß doch daran erinnert werden, daß die Finanzzuschläge die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft hemmen. Durch die verschiedene Höhe der Zuschläge in demselben Wirtschaftsgebiet stehen manche Gewerbebetriebe in der Wettbewerbsfähigkeit ungleich da. Ein Abbau dieser indirekten Steuer kann selbstverständlich nur langsam erfolgen, zumal an vielen Stellen weitgehende vertragliche Bindungen vorliegen, die auf gesetzlichem Wege schwer zu lösen sein werden.

Da die Kommunen vor allem in der Stromverteilung einen großen Einfluß haben, ist eine Neu- oder Umorganisation der deutschen Elektrizitätswirtschaft von der vorherigen Regelung eines neuen Finanzausgleiches (Reich-Länder-Kommunen) abhängig.

Die nächstliegende Aufgabe ist jedoch die Vereinheitlichung der Tarife, wobei Staffelungen nicht zu umgehen sein werden. Diese Vereinfachung sollte mit der Zeit wenigstens in größeren Bezirken möglich sein. Dabei ist ein mit gewissen Machtbefugnissen ausgerüsteter Reichskommissar unentbehrlich, der sich zunächst in den einzelnen Wirtschaftsgebieten eine genaue Übersicht schaffen müßte.

Für die genaue Untersuchung der Elektrizitätsversorgung der einzelnen Gebiete wäre die Erfassung der elektrizitätswirtschaftlichen Daten der vielen kleinen und mittleren Werke notwendig, die in den vorliegenden Statistiken nicht enthalten sind, deren Gesamteinfluß aber an vielen Stellen unterschätzt wird.

Aus wichtigen Gründen ist auch die Schaffung eines neuen Reichswegegesetzes erforderlich. Im übrigen sind für das Gedeihen der Elektrizitätswirtschaft nicht allein die Organisationsformen ausschlaggebend, sondern mehr noch die führenden Persönlichkeiten, die von dem neuen Geist durchdrungen sein müssen.

Hannover, 4. IX. 1933. Dr.-Ing. O. Wilkening.

Erwiderung

Mein Aufsatz suchte in großen Zügen nachzuweisen, daß die deutsche Elektrizitätswirtschaft in ihrer heutigen, vom höheren nationalwirtschaftlichen Standpunkt aus gesehen, wenig planmäßigen Grundgestaltung für den allgemeinen Wirtschaftsaufbau im neuen Staate einer durchgreifenden Neuregelung bedarf. Die Erörterungen beschränkten sich allerdings auf die großen Richtlinien der Elektrizitätserzeugung und -verteilung und erwähnten nur nebenher, daß die gegenseitige Angleichung der Stromtarife mit zu den wichtigsten Aufgaben für den Neuaufbau der allgemeinen Elektrizitätsversorgung gehört. Daß hierbei auch ein gerechter Ausgleich oder am besten völliger Abbau der von den Städten und Gemeinden erhobenen Finanzzuschläge allmählich erfolgen muß, um eine ehrliche Kalkulationsgrundlage für möglichst vereinfachte allgemeine Elektrizitätstarife zu schaffen, und daß schließlich bei der Gesamtregelung auch ein neues Reichswegegesetz künftig nicht mehr entbehrt werden kann, ist eine unverkennbare Notwendigkeit, auf die Dr.-Ing. WILKENING mit Recht noch besonders hinweist.

Hierhin gehörte gegebenenfalls auch die Behandlung der immer wieder von privater Seite erhobenen Forderung nach gleichmäßiger steuerlicher Belastung der privaten und öffentlichen Elektrizitätsversorgungsbetriebe, solange nicht nach der von maßgebender Seite verkündeten Absicht die deutsche Elektrizitätswirtschaft gänzlich verstaatlicht oder in irgendeine andere, vom Staate entscheidend beeinflußte Organisationsform übergeführt ist.

Mit der Stromtariffrage hat sich, wie auch in meinem Aufsatz erwähnt, schon SCHNEIDER in seinem Vortrag in Frankfurt a. M. eingehender befaßt; ein weiterer Beitrag über Tarifprobleme liegt jetzt von OVERMANN[1] vor, der die Forderungen der Öffentlichkeit nach Billigkeit, Einfachheit und Gerechtigkeit in bezug auf die Stromtarife durch einen möglichst einfachen Mustertarif nach der Art von Grundpreistarifen erfüllen will, der aber keineswegs dem meistens von Nichtfachleuten geforderten Einheitsstromtarif entsprechen kann, sondern die Interessen der Abnehmer ebenso wahrnehmen soll wie die berechtigten Ansprüche der Elektrizitätswerke auf weitere gesunde Aufbau- und Fortentwicklungsmöglichkeit. Im übrigen sind sich wohl alle Einsichtigen darüber klar, daß auch die weitestgehende Vereinheitlichung der Stromtarife ohne gewisse örtlich und zeitlich bedingte Staffelungen nicht möglich ist.

OVERMANN gedenkt nun die Aufgabe des Tarifausgleiches zunächst nur bezirksweise zu lösen, um damit einer umfassenderen Einheitsregelung im Reiche vorzuarbeiten. Darüber hinaus verlangt der Herr Einsender, und zwar in vollster Übereinstimmung mit den Grundsätzen meines Aufsatzes, die entscheidende Einflußnahme einer umfassenden Führung vom Staate oder seinen Beauftragten, um die Lösung der gestellten Aufgabe ganz im Sinne des neuen Wirtschaftsgeistes zu sichern. Auch darin ist ihm uneingeschränkt beizupflichten, daß hierbei die Organisationsform nicht allein entscheidet.

Berlin, 2. X. 1933. Dr.-Ing. M. Rohrlach.

Wir schließen hiermit diese Erörterung. D. S.

LITERATUR.

Besprechungen.

Vorschriften für die Ausführung elektrischer Innenanlagen. Herausg. v. d. Vereinigung der Elektrizitätswerke der neuen Gebiete Rumäniens, Sibiu-Hermannstadt 1931. Mit Abb. u. 99 S. in 8°. Zu bez. dch. Herausg. Preis geh. 200 Lei.

Die rumänischen Vorschriften für die Ausführung elektrischer Innenanlagen, die lt. Monitorul Oficial Nr. 31 vom 6. VI. 1931 verpflichtenden Charakter haben, sind auf Anregung des „Rumänischen National-Institutes für die Untersuchung der Nutzbarmachung und Ausbeutung der Energiequellen“ vom Unterausschuß für elektrische Innenanlagen ausgearbeitet worden. Dieser Ausschuß ähnelt den VDE-Kommissionen und besteht aus den Delegierten des rumänischen elektrotechnischen Komitees, den Delegierten für Handel und Industrie, aus den Vertretern der Elektrizitätswerke und den Installationsfirmen. In der vorliegenden deutschen Übersetzung sind

[1] Öffentl. Elektr.-Werk 1933, H. 9.

Digitized by Google

die fachlichen Ausdrücke dem Vorschriftenbuch des Verbandes Deutscher Elektrotechniker entnommen worden. Die Vorschriften behandeln Installationsmaterial und elektrische Geräte, Ausführung und Überprüfung der Anlagen. Die einzelnen Bestimmungen lehnen sich oft fast wörtlich an die VDE-Vorschriften an, leider ist vielfach jedoch die neueste Fassung einzelner Bestimmungen noch nicht berücksichtigt. Die Schaffung einer Prüfstelle mit einem der deutschen Prüfstelle ähnlichen Aufgabenkreis ist in Rumänien in Aussicht genommen worden. Es ist zu begrüßen, daß Rumänien hinsichtlich seiner Anforderungen an elektrotechnische Waren sich an die bereits bestehenden und erprobten Bestimmungen des VDE anlehnt.

Die Vorschriften, die durch das Institutul National Roman, Bucuresti, Str. Matei Millo 2, zu beziehen sind, sind vor allem für den Exporteur von großer Wichtigkeit.

A. Molly.

Les Mesures Absorbomicrométriques et leurs applications pratiques dans le domaine du génie civil. Von P. S. Rini. Mit 35 Abb. u. 78 S. in gr. 8°. Verlag Le Constructeur de Ciment Armé, Paris 1931.

Über das Absorbomikrometer des Verfassers wurde bereits in dieser Zeitschrift berichtet[1]. Die vorliegende Schrift stellt eine Zusammenfassung und Erweiterung der einzelnen Arbeiten dar. Die benutzten Formeln werden ausführlich erörtert und ihr praktischer Gebrauch durch Nomogramme erleichtert. Die praktischen Anwendungen und die hauptsächlichsten Fehlerquellen werden genau besprochen.

W. Bauer.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Deutscher Elektro-Außenhandel 3. Quartal 1933[2]. — Die deutsche Elektroausfuhr betrug in dem Dreivierteljahr Januar/September 1933 178,7 Mill RM. Sie bleibt nach wie vor erheblich (mit 87,7 Mill RM oder 33 %) hinter den Ergebnissen des Vorjahres zurück, wenn auch eine gewisse Verlangsamung der Ausfuhrabnahme eingetreten ist, wie nachstehende Übersicht zeigt:

Deutsche Elektroausfuhr.

Jahresteil	1932	1933	Rückgang 1933 gegen 1932
	Mill RM		Mill RM
1. Quartal	102,2	61,8	40,4
2. „	88,7	53,8	34,9
3. „	75,5	63,1	12,4
4. „	87,4	.	.

Während im Vorjahr sich im 3. Quartal die Abwärtsbewegung noch fortsetzte, liegen die Ergebnisse im letzten Quartal über denen der beiden vorhergehenden, und zwar ist der höchste Wert dieses Jahres im September erreicht worden. Es darf hier allerdings nicht vergessen werden, daß die deutsche Elektroausfuhr seit der Stabilisierung ähnlich tiefe Werte wie 1933 überhaupt nicht zu verzeichnen hatte.

Von den Warengruppen ist (s. Zahlentafel 1) nach wie vor die Gruppe der Maschinen Hauptträger des Rückganges (— 56 %), ebenso haben die Gruppen Telegraphie und Telephonie mit Draht, Schaltapparate und nicht besonders benannte Vorrichtungen usw., Akkumulatoren und Elemente, Sicherungs- und Signalapparate, Elektrokarren Rückgänge zu verzeichnen, die über dem Durchschnittsrückgang liegen. Dementsprechend haben diese Gruppen ihren Anteil an der Gesamtausfuhr vermindert, und zwar wie folgt:

Anteil der wichtigsten Warengruppen mit mehr als 30 % Rückgang gegen Vorjahr an der deutschen Elektroausfuhr.

Warengruppen	Jan./Sept. 1932 %	Jan./Sept. 1933 %
Elektr. Maschinen	22,2	14,6
Apparate zum Schalten, zum Regeln, zum Schutz u. zur Verteilung von elektr. Strom; Installationsmaterial u. a. . . .	22,8	22,5
Telegraphie u. Telephonie m. Draht . . .	6,1	5,7
Akkumulatoren u. Elemente	3,4	2,3

Bei den übrigen Gruppen ist die Entwicklung günstiger gewesen, am günstigsten bei der Gruppe Glühlampen, die eine wertmäßige Ausfuhrzunahme von 0,2 % (mengenmäßig von rd. 7 %) gegenüber Januar/September 1932 zu verzeichnen hat. Die Gruppen Kohle und Isolierrohr (außer Bergmannrohr) haben ihren vorjährigen Ausfuhrwert fast gehalten.

[1] ETZ 1931, S. 1123.
[2] Vgl. ETZ 1933, S. 787.

Zahlentafel 1. Deutscher Elektro-Außenhandel Januar—September 1933.

Pos.	Gegenstand	Ausfuhr 1932	Ausfuhr Jan.—Septbr. 1932	Ausfuhr Jan.—Septbr. 1933	Ant. a. d. Ges.-El.-Ausfuhr 1932	Ant. a. d. Ges.-El.-Ausfuhr Jan.—Sept. 1932	Ant. a. d. Ges.-El.-Ausfuhr Jan.—Sept. 1933	Einfuhr 1932	Einfuhr Jan.—Septbr. 1932	Einfuhr Jan.—Septbr. 1933	Ant. a. d. Ges.-El.-Einfuhr 1932	Ant. a. d. Ges.-El.-Einfuhr Jan.—Sept. 1932	Ant. a. d. Ges.-El.-Einfuhr Jan.—Sept. 1933
		1000 RM	1000 RM	1000 RM	%	%	%	1000 RM	1000 RM	1000 RM	%	%	%
907 a	Lichtmaschinen, Lichtzündmaschinen usw.	6 030	4 176	2 896	1,7	1,6	1,6	95	81	114	0,4	0,4	0,6
b—g	Elektr. Maschinen	59 622	50 528	20 769	16,9	19,0	11,6	3 174	2 409	3 700	12,4	13,1	20,6
h	Anker, Kollektoren[1]	6 032	4 314	2 435	1,7	1,6	1,4	174	146	58	0,7	0,8	0,3
	zusammen Maschinen	*71 684*	*59 018*	*26 100*	*20,3*	*22,2*	*14,6*	*3 443*	*2 636*	*3 872*	*13,5*	*14,3*	*21,5*
908 a, b	Akkumulatoren	7 384	6 390	2 516	2,1	2,4	1,4	124	95	163	0,5	0,5	0,9
909	Kabel	13 248	10 638	8 314	3,7	4,0	4,7	365	228	280	1,4	1,2	1,6
990 a	Isolierter Draht für die Elektrotechnik	10 402	7 924	6 625	2,9	3,0	3,7	560	435	327	2,2	2,4	1,8
	zusammen Kabel u. Draht	*23 650*	*18 562*	*14 939*	*6,6*	*7,0*	*8,4*	*925*	*663*	*607*	*3,6*	*3,6*	*3,4*
910 a—c	Bogenlampen, Scheinwerfer usw.	1 552	1 132	883	0,4	0,4	0,5	225	179	115	0,8	0,9	0,6
911 a, b	Glühlampen	11 646	7 837	7 855	3,3	2,9	4,4	3 837	2 479	2 415	15,1	13,5	13,4
912 A 1, 2	Telegraphie und Telephonie mit Draht	20 980	16 238	10 209	5,9	6,1	5,7	1 103	917	518	4,4	5,0	2,8
A 3	Drahtlose Telegraphie und Telephonie	44 294	25 389	18 512	12,5	9,5	10,4	6 595	4 473	4 573	26,0	24,3	25,4
A 4	Meß-, Zähl- u. Registriervorrichtungen	26 033	20 181	15 408	7,4	7,6	8,6	1 164	865	1 075	4,6	4,7	5,9
B, C	Koch- u. Heizapparate einschl. Bügeleisen	8 360	5 986	5 295	2,3	2,2	3.0	636	484	265	2,5	2,6	1,5
D	Röntgenröhren	3 181	2 376	2 196	0,9	0,9	1,2	407	306	282	1,6	1,7	1,6
E	Magnetzündapparate usw., Zubehör für Motorfahrzeuge	14 035	10 644	8 352	3,9	4,0	4,7	1 024	828	545	4,0	4,5	3,0
F 1	Sicherungs- u. Signalapparate, Läutewerke	6 067	4 839	3 015	1,7	1,8	1,7	130	86	69	0,5	0,5	0,4
F 2	Schaltapparate, nicht bes. benannte Vorrichtungen f. Beleuchtung, Kraftübertragung usw.	78 347	60 734	40 178	22,2	22,8	22,5	3 723	2 796	2 400	14,7	15,2	13,3
F 3	Elektromedizin	9 901	7 540	6 755	2,8	2,8	3,8	1 078	857	520	4,2	4,7	2,9
F 4	Galvanische Elemente	3 884	2 714	1 682	1,1	1,0	0,9	21	13	6	0,1	0,1	0,0
F 5	Isolationsgegenstände aus Porzellan[2]	.	.	.	.	.	.	9	8	2	0,0	0,0	0,0
F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Glimmer usw.	319	226	239	0,1	0,1	0,1	1	1	—	0,0	0,0	—
F 7	Isolierröhren f. el. Leitungen aus Papier oder Pappe in Verb. m. unedlem Metall (Bergmannrohr)[2]	1 304	970	684	0,4	0,4	0,4	.	.	.	.	.	.
648 a—e	Kohle für die Elektrotechnik[4]	11 500	8 046	7 861	3,3	3,0	4,4	404	299	288	1,6	1,6	1,6
733 a	Porzellanisolatoren	2 362	1 841	1 422	0,7	0,7	0,8	—	—	—	—	—	—
906 D 15	Staubsauger	4 729	3 695	2 824	1,3	1,4	1,6	535	377	307	2,1	2,0	1,7
915 b 4	Elektrokarren[3]	537	507	189	0,2	0,2	0,1	.	.	.	.	.	.
795 a, b	Anderes Isolierrohr (Stahl-, Peschel-, Schlitzrohr)[2]	2 039	1 530	1 524	0,6	0,6	0,8	.	.	.	.	.	.
799 f	Teile von Masch. u. Erzeugn. d. Nr. 907a bis 911 b aus schmiedbarem u. nicht schmiedbarem Guß[2]	.	.	.	.	.	.	54	51	11	0,2	0,3	0,1
783 c, 799 c	Unvollständig angemeldet	21	12	32	0,0	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—
	insgesamt	353 809	266 407	178 670	100	100	100	25 438	18 413	18 033	100	100	100

[1] Ausfuhr: auch andere Teile. — [2] Nur für die Einfuhr. — [3] Nur für die Ausfuhr. — [4] Einfuhr 648 a—d.

Digitized by Google

Elektromedizin und Koch- und Heizapparate zeigen Rückgänge von etwas über 10 %, Kabel und Drähte von rd. 20 %, drahtlose Telegraphie und Telephonie, Meß- und Zählvorrichtungen, Zündvorrichtungen für Motorfahrzeuge zwischen 22 und 27 %. Dementsprechend haben alle diese Gruppen ihren Anteil an der Gesamtausfuhr gesteigert, in welchem Ausmaß zeigt die nachstehende Übersicht:

Anteil an der deutschen Elektroausfuhr der wichtigsten Gruppen mit weniger als 30 % Abnahme bzw. einer Zunahme gegen das Vorjahr.

Warengruppen	Jan./Sept. 1932 %	Jan./Sept. 1933 %
Drahtlose Telegraphie u. Telephonie	9,5	10,4
Meß- u. Zählvorrichtungen	7,6	8,6
Kabel u. isolierte Drähte	7,0	8,4
Elektromedizin (einschl. Röntgenröhren)	3,7	5,0
Zündvorrichtungen f. Motorfahrzeuge	4,0	4,7
Glühlampen	2,9	4,4
Kohle für die Elektrotechnik	3,0	4,4
Koch- u. Heizapparate	2,2	3,0
Staubsauger	1,4	1,6

Zahlentafel 2. Deutsche Elektro-Ausfuhr nach Ländern.

Absatzländer	1932	Januar/September		Anteil an der Gesamt-Elektroausfuhr		
		1932	1933	1932	Jan./Sept. 1932	1933
	1000 RM	1000 RM	1000 RM	%	%	%
Europa	307 126	230 955	144 418	86,8	86,7	81,0
Afrika	6 030	4 530	3 749	1,7	1,7	2,1
Asien	20 338	15 767	13 091	5,8	5,9	7,3
Nord- u. Mittelamerika	4 604	3 358	3 477	1,3	1,3	1,9
Südamerika	14 443	10 864	13 168	4,1	4,1	7,3
Australien	1 267	932	748	0,3	0,3	0,4
nicht ermittelt	1	1	19	0,0	0,0	0,0
Insgesamt	353 809	266 407	178 670	100	100	100
Wichtigste Länder in Europa[1]:						
Niederlande	36 561	25 608	22 319	10,4	9,6	12,5
Frankreich u. Saargeb.	36 316	28 365	19 520	10,4	10,6	10,9
UdSSR.	75 834	63 804	15 600	21,5	24,0	8,8
Italien	18 372	14 370	10 451	5,2	5,4	5,9
Schweden	17 881	11 998	10 217	5,1	4,5	5,7
Schweiz	21 311	14 202	9 970	6,1	5,3	5,6
Belgien-Luxemburg	16 701	10 235	9 720	4,7	3,8	5,4
Großbritannien	14 531	10 648	8 551	4,1	4,0	4,8
Spanien	7 103	4 980	4 955	2,0	1,9	2,8
Tschechoslowakei	10 490	8 181	4 532	2,9	3,1	2,5
Norwegen	7 793	5 609	4 330	2,2	2,1	2,4
Dänemark	6 573	4 956	4 121	1,8	1,9	2,3
Österreich	7 205	5 616	3 618	2,0	2,1	2,0
Polen, Danzig	4 710	3 650	2 780	1,2	1,4	1,6
Finnland	5 115	3 594	2 596	1,5	1,3	1,5
Rumänien	3 635	2 399	2 016	1,0	0,9	1,1
Jugoslawien	2 427	1 969	1 687	0,7	0,7	0,9
Portugal	1 784	1 404	1 515	0,5	0,5	0,9
Irischer Freistaat	1 936	1 384	1 214	0,5	0,5	0,7
Griechenland	3 884	3 188	1 045	1,1	1,2	0,6
Ungarn	1 710	1 279	853	0,5	0,5	0,5
Lettland	1 185	759	721	0,3	0,3	0,4
Litauen	1 528	1 030	695	0,4	0,4	0,4
Bulgarien	1 397	943	614	0,4	0,4	0,3
Estland	742	496	497	0,2	0,2	0,3
Island	204	134	159	0,1	0,0	0,1
sonstige	198	154	122	0,0	0,1	0,1
zus. Europa:	307 126	230 955	144 418	86,8	86,7	81,0
Wichtige Länder in Übersee[1]:						
Argentinien	8 638	6 808	7 189	2,4	2,6	4,0
China	4 482	3 605	2 816	1,3	1,4	1,6
Uruguay	2 086	1 137	2 790	0,6	0,4	1,6
Japan	3 663	2 796	2 742	1,1	1,0	1,5
Britisch Indien	4 207	3 043	2 355	1,2	1,1	1,3
Türkei	2 383	1 876	1 893	0,7	0,7	1,1
Niederländisch Indien	3 348	2 675	1 681	0,9	1,0	0,9
Brasilien	1 561	1 189	1 678	0,5	0,4	0,9
Britisch Südafrika	2 119	1 535	1 566	0,6	0,6	0,9
V. S. Amerika	2 412	1 720	1 498	0,7	0,6	0,8
Ägypten	2 214	1 732	1 030	0,6	0,7	0,6
Mexiko	1 029	717	851	0,3	0,3	0,5
Australischer Bund	1 167	856	624	0,3	0,3	0,3
Palästina	485	333	552	0,1	0,1	0,3
Columbien	493	354	481	0,1	0,1	0,3
Chile	555	444	435	0,2	0,2	0,2
Persien	371	288	393	0,1	0,1	0,2
Französisch Marokko	649	461	318	0,2	0,2	0,2
Madagaskar	17	12	248	0,0	0,0	0,1
Venezuela	609	508	242	0,2	0,2	0,1
Canada	297	219	213	0,1	0,1	0,1
Philippinen	317	230	162	0,1	0,1	0,1
Kanarische Inseln	265	229	158	0,1	0,1	0,1
Cuba	265	225	155	0,1	0,1	0,1
Peru	315	277	154	0,1	0,1	0,1
Ecuador	59	37	119	0,0	0,0	0,1
Siam	602	561	111	0,2	0,2	0,1
Algerien	280	191	103	0,1	0,1	0,1
Costarica	80	56	89	0,0	0,0	0,0
Guatemala	114	87	83	0,0	0,0	0,0
sonstige	1 601	1 251	1 523	0,3	0,5	0,8
zus. Übersee	46 683	35 452	34 252	13,2	13,3	19,0

[1] Geordnet nach der Größe der Ausfuhr von 1933.

Eine Betrachtung der geographischen Verteilung der Ausfuhr (s. Zahlentafel 2) zeigt für Gesamt-Europa eine Minderung um 37,5 % gegen den gleichen Zeitraum des Vorjahres und damit wieder ein Zurückweichen des Anteiles an der Gesamtausfuhr von 86,7 % auf 81 %. Nach Abzug der Ausfuhr nach Rußland mit ihrem 75prozentigen Rückgang gegen 1932 ergibt sich für die übrige Ausfuhr nach Europa ein Rückgang von nur 23 %. Der Anteil am Gesamt beträgt ohne Rußland 72,2 % gegen 62,7 % 1932. Nach unseren 7 größten Absatzländern (außer UdSSR) betrug die Ausfuhrminderung 21,4 %; diese Länder nahmen Januar/September 1933 50,8 % gegen 43,2 % 1932 auf. Am günstigsten gestaltete sich die Ausfuhr nach Spanien, Portugal, Estland und Island; nach den drei letztgenannten ist eine effektive Ausfuhrsteigerung erzielt worden. Die größten Einschränkungen liegen im Geschäft nach der Tschechoslowakei und Griechenland mit Ausfuhrrückgängen von 45 und 67 %.

Nach Übersee betrug die Gesamtausfuhr gegenüber dem gleichen Zeitraum des Vorjahres 3,4 %. Nach einer Reihe südamerikanischer Länder ist eine wesentliche Besserung des Geschäfts eingetreten (Argentinien + 6 %, Brasilien + 41 %, Uruguay + 145 %). Die Ausfuhr nach den übrigen Erdteilen liegt im Durchschnitt 20 % unter den Ergebnissen von 1932, innerhalb der Erdteile setzt sich diese Änderung natürlich sehr verschieden zusammen (z. B. innerhalb Asiens nach Niederländisch-Indien — 37 %, Britisch-Indien — 23 %, China — 20 %, Japan — 2 %, Türkei + 1 %, Persien + 36 %, Palästina + 66 %).

Zahlentafel 3. Deutsche Elektro-Einfuhr aus einzelnen Ländern.

Herkunftsländer[1]	1932	Jan.-Sept.		Ant. a. d. Gesamt-Elektro-Einfuhr		
		1932	1933	1932	Jan.-Sept. 1932	1933
	1000 RM	1000 RM	1000 RM	%	%	%
Niederlande	5 545	4 025	4 249	21,8	21,9	23,6
Schweiz	2 523	1 943	3 299	9,9	10,6	18,3
Ungarn	2 623	1 644	1 598	10,3	8,9	8,8
V. S. Amerika	2 676	2 172	1 474	10,5	11,8	8,2
Tschechoslowakei	1 835	1 302	1 201	7,2	7,1	6,7
Österreich	2 262	1 460	1 120	8,9	7,9	6,2
Großbritannien	1 223	960	690	4,8	5,2	3,8
Frankreich	1 178	876	672	4,6	4,8	3,7
Saargebiet	1 190	652	666	4,7	3,6	3,7
Belgien-Luxemburg	868	634	615	3,4	3,4	3,4
Dänemark	560	425	464	2,2	2,3	2,6
Schweden	798	647	448	3,1	3,5	2,5
Italien	603	478	380	2,4	2,6	2,1
Polen, Danzig	196	155	290	0,8	0,8	1,6
Norwegen	323	217	185	1,3	1,2	1,0
UdSSR.	75	64	140	0,3	0,3	0,8
sonstige	960	759	542	3,8	4,1	3,0
insgesamt	25 438	18 413	18 033	100	100	100

[1] geordnet nach der Größe der Einfuhr Jan.—Sept. 1933.

Die deutsche Elektro-Einfuhr betrug Januar/September 1933 18 Mill RM (s. Zahlentafel 1 u. 3), sie hat damit fast den Stand von 1932 erreicht. Zunahmen zeigen insbesondere die Gruppen Maschinen, drahtlose Telegraphie und Telephonie sowie Meß- und Zählvorrichtungen. Dementsprechend ist auch die Einfuhr aus den Hauptlieferländern für diese Erzeugnisse, Niederlande und Schweiz, gestiegen. Im übrigen sind in der Einfuhr besonders nennenswerte Veränderungen nicht eingetreten. *J.*

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 17: Wer stellt Drehschalter mit nachstehendem Fabrikzeichen her?

Frage 18: Wer stellt Hochfrequenzmotoren (Einbautype) zum Anschluß an verschiedene Frequenzen her?

Frage 19: Wer stellt Vielfach-Hochfrequenz-Umformer her zur gleichzeitigen Abnahme mehrerer Frequenzen und Leistungen?

Frage 20: Wer ist Hersteller von Gegenständen (Fassungen, Baldachinen u. dgl.) aus „Pakalit"?

Abschluß des Heftes: 10. November 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Trockenspannungswandler.

Mitteilung der AEG.

Der Forderung nach öllosen Geräten in Schaltanlagen hat die AEG inzwischen nicht nur auf dem Gebiete der Leistungsschalter und der Stromwandler, sondern auch durch die Herstellung von Trockenspannungswandlern [1]) entsprochen.

Die Einphasen-Erdungspannungswandler (Abb. 1) (Einphasen-Erdungsdrosselspulen) haben Porzellan-Isolierung und sind für starre hochspannungsseitige Erdung bemessen, d. h. eine Hochspannungsklemme wird widerstandslos an Erde gelegt. Sie werden hergestellt für die Reihenspannungen 10, 20 und 30 kV. Durch besondere Ausbildung der Porzellankörper (Porzellanträger) und dank einer geeigneten Längs-Potentialsteuerung konnte der Aufwand an Isolationstoffen bei

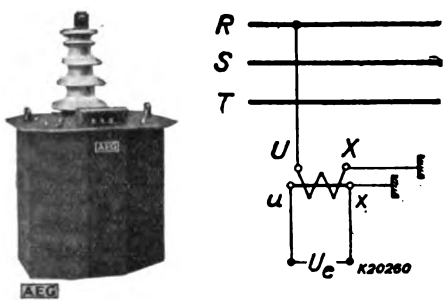
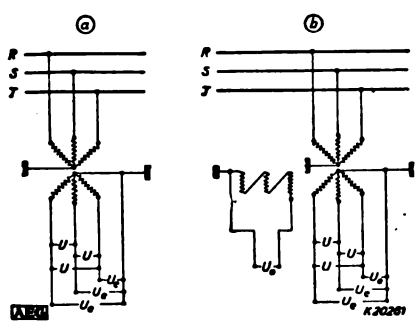


Abb. 1. Einphasen-Erdungspannungswandler mit Prinzipschaltung.

diesen Wandlern auf ein geringes Maß herabgedrückt und mithin bei ausreichender Leistung und hoher Meßgenauigkeit eine angemessene Preisstellung erzielt werden.

Die VDE-Vorschriften schreiben die Einhaltung der Klassengenauigkeit hinsichtlich Spannungsfehler und Fehlwinkel zwischen 25 und 100 % der Nennleistung vor. Die Trockenspannungswandler der AEG werden jedoch so abgeglichen, daß sie die Klassengenauigkeit sogar zwischen Leerlauf und Vollast einhalten. Diese hohe Genauigkeit ist besonders dann von Vorteil, wenn an die Spannungswandler nur Zähler oder Meßinstrumente mit geringer Leistungsaufnahme angeschlossen werden.



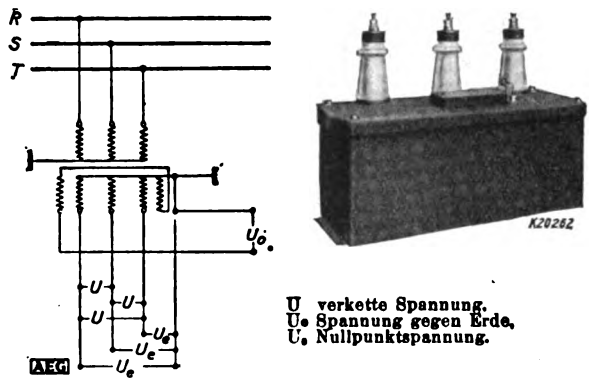
U = verkettete Spannung,
U_e = Spannung gegen Erde bzw. Phasenspannung,
U_s = Nullpunktspannung.

Abb. 2. Prinzipschaltungen für drei in Stern zusammengeschlossene Einphasen-Erdungspannungswandler.

Drei Einphasen-Erdungspannungswandler in Sternschaltung [2]) bilden einen Drehstromsatz. Der Primärsternpunkt wird dabei starr geerdet (Abb. 2a). Eine solche Wandlergruppe kann für Distanzrelais und Meßinstrumente die verkettete Spannung U und die Spannung gegen Erde U_e liefern.

Bei Verwendung für selektive Erdschlußanzeige bzw. für allgemeine Erdschlußüberwachung in Drehstromanlagen erhalten die Einphasen-Erdungspannungswandler je eine zweite Sekundärwicklung. Diese drei Hilfswicklungen werden im offenen Dreieck zusammengeschaltet, derart, daß der Spannungspule des angeschlossenen Gerätes (Relais, Hupe oder Voltmeter) bei sattem Erdschluß eine resultierende Spannung von 100 V aufgedrückt wird (Abb. 2b). Die Leistung beträgt dabei 100 VA. Fehlt die zweite Sekundärwicklung (Hilfswicklung), so kann zur Gewinnung der Nullpunktspannung der weiter unten beschriebene Klein-Erdungspannungswandler als Zusatzgerät benutzt werden.

Der Fünfschenkelspannungswandler (Abb. 3), der einstweilen nur für die Reihenspannung 10 kV ausgeführt wird, hat ebenfalls Porzellanisolierung. Der



U verkette Spannung.
U_e Spannung gegen Erde,
U_s Nullpunktspannung.

Abb. 3. Fünfschenkel-Trockenspannungswandler mit Prinzipschaltung.

Hochvolt-Sternpunkt wird auch hier starr geerdet. Fünfschenkelwandler sind bekanntlich vielseitig verwendbar. Sie können infolge ihres guten magnetischen Rückschlusses bei bewickeltem vierten und fünften Schenkel auf der Sekundärseite außer der verketteten Spannung U auch die Spannung gegen Erde U_e und die Nullpunktspannung U_s getreu nach Größe und Phasenlage liefern. Die Fünfschenkelwandler sind somit nicht nur für Meßzwecke, sondern auch für Relaiszwecke geeignet, auch in solchen Fällen, in denen Netzstörungen mit oder ohne Erdverbindung vorliegen.

Der Fünfschenkel-Trockenspannungswandler der AEG wird so abgeglichen, daß er die Klassengenauigkeit hinsichtlich Spannungsfehler und Fehlwinkel ebenfalls zwischen Leerlauf und Vollast einhält; seine Genauigkeit ist also auch höher, als in den VDE-Vorschriften festgelegt.

Die Trockenspannungswandler beanspruchen wenig Raum und können — ein nicht unwesentlicher Vorteil — in beliebiger Lage angebracht werden, da sie öl- und massefrei sind.

Der vorher erwähnte Klein-Erdungspannungswandler (Abb. 4) ist ein Dreiphasenwandler, bei dem die Primärwicklungen im Stern, die Sekundärwicklungen hingegen im offenen Dreieck geschaltet sind. Der Sternpunkt der Primärwicklungen ist vollisoliert herausgeführt und wird mit dem Sekundär-Nullpunkt der Hauptspannungswandler verbunden oder bei direktem Netzanschluß starr geerdet. An die Dreieckwicklung werden Erdschlußrelais, Hupen oder Voltmeter zur Anzeige eines Erdschlusses angeschlossen. Die Dreieckwicklung leistet 100 VA bei 100 V.

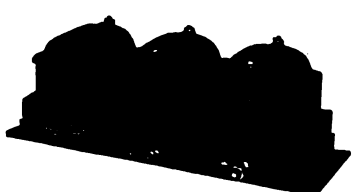


Abb. 4. Klein-Erdungspannungswandler.

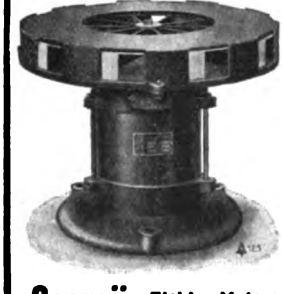
Der Klein-Erdungspannungswandler wird ausgeführt für Primärnennspannungen bis zu 500 V und kann somit zur Speisung der Erdschlußanzeiger an Niederspannungsnetze bis zu dieser Spannung unmittelbar angeschlossen werden. Meist wird er jedoch zum Anschluß an die Niederspannungseite solcher Erdungspannungswandler verwendet, die zur Gewinnung der Nullpunktspannung keine Hilfswicklungen haben.

[1]) s. auch AEG-Druckschrift $\frac{Ms/V}{Tro/V}$ 1101.

[2]) V-Schaltung kommt für Erdungspannungswandler nicht in Betracht.

Digitized by Google

Luftschutz-
Feueralarm



nur durch

Kobold
Sirenen

Georgii Elektro-Motoren-Apparatebau Aktiengesellschaft Stuttgart-O 2
Fernruf 40724, 40041 / Drahtanschrift Georgiimotoren

Bei der Schriftleitung der „ETZ" eingegangen:

Bücher.

Statistik der Elektrizitätswerke Rumäniens 1932. Herausg. v. Verband der Erzeuger u. Verteiler elektr. Energie in Rumänien, Sibiu. Mit 1 Karte u. 142 S. in 4°. Zu bez. dch. Herausg. in Bukarest, Str. Constantin Mille 8, und Sektion II des Verbandes, Hermannstadt-Sibiu, Dreieichenstr. 1. 1933. Preis geh. 12,50 RM.

Meyers Lexikon. 7. Aufl. i. vollst. neuer Bearb. Mit etwa 7900 Textabb. u. über 1570 Taf., Karten u. Textbeilagen. Bd. 15: Laichzeit—Zz, Ergänzungen, Anhang Deutsches Reich — Die nationale Revolution. Mit zahlr. Abb., Taf. u. 720 S. in gr. 8°. Verlag Bibliographisches Institut, Leipzig 1933. Preis geb. 28 RM.

Statistik für das Jahr 1932. Herausg. v. d. Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V., Berlin 1933. Mit Daumenreg. u. 405 S. in 4°. Selbstverlag Berlin W 62, Maaßenstr. 9. Preis geb. 35 RM.

Statistik der Elektrizitätswerke Jugoslaviens nach dem Stande v. Juli 1932. Herausg. vom Verbande der Elektrizitätswerke des Save-Banats und Klub der Elektro- & Maschineningenieure des Jugoslavischen Ingenieur- & Architektenvereins, Bezirksverein Zagreb. Bearb. dch. Dipl.-Ing. F. Reich. Mit XVI u. 132 S. in 4°. 1933. Zu bez. dch. den Herausg.

Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. Herausg. v. d. Deutschen Chemischen Gesellschaft, bearb. v. R. J. Meyer. 8. völlig neu bearb. Aufl. System-Nr. 54: Wolfram. Mit 30 Fig., XI u. 397 S. in gr. 8°. Verlag Chemie G. m. b. H., Berlin 1933. Preis kart. 64 RM.

Der Selektivschutz nach dem Widerstandsprinzip. Von Dr.-Ing. M. Walter. Mit 144 Abb. u. 172 S. in gr. 8°. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1933. Preis geh. 8,50 RM.

Dechema-Normblatt-Sammelmappe und Verzeichnis v. Lieferanten genormter chemischer Geräte. Herausg. v. d. Dechema, Deutsche Gesellschaft f. chemisches Apparatewesen, Seelze, im Einvernehmen mit dem Deutschen Normenausschuß, Berlin. Beuth-Verlag, Berlin 1933. Preis 50 RM.

Dampfkraft. Berechnung und Bau von Wasserrohrkesseln und ihre Stellung in der Energieerzeugung. Ein Handbuch für den praktischen Gebrauch von Dr.-Ing. F. Münzinger. Zugleich 2., neubearb. Aufl. von „Berechnung u. Verhalten v. Wasserrohrkesseln". Mit 566 Abb., 44 Rechenbeispielen u. 41 Zahlentaf. i. Text sowie 20 Kurventaf. i. d. Deckeltasche, VIII u. 348 S. in 4°. Verlag Julius Springer, Berlin 1933. Preis geb. 40 RM.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 23. November 1933** **Heft 47**

VDE-Mitgliedsbeitrag für 1934.

Die Mitglieder des VDE zahlen den gleichen Beitrag wie die Mitglieder des VDI und die Eisenhüttenleute.

Die persönlichen, arischen Mitglieder des VDE sind innerhalb der Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit in die Deutsche Arbeitsfront eingegliedert, **ohne daß für sie die Notwendigkeit besteht, anderen Organisationen der Arbeitsfront beizutreten.**

Die Zugehörigkeit zur Arbeitsfront verpflichtet die VDE-Mitglieder, unablässig an ihrer beruflichen Fortbildung weiter zu arbeiten. Diesem Zweck dient der Pflichtbezug einer für alle Vereine und Verbände der Reichsgemeinschaft gemeinsamen Wochenzeitschrift. Es ist deshalb eine Änderung des Mitgliedsbeitrages gemäß nachfolgender Staffelung notwendig geworden:

	jährl. RM
A. Persönliche Mitglieder[1]	
Staffel 1 Jungmitglieder bis zu 25 Jahren und stellungslose Mitglieder . . .	12
„ 2 Mitglieder mit einem monatlichen Brutto-Einkommen bis zu 275 RM .	24
„ 3 Mitglieder, die nicht zu den Staffeln 1, 2 und 4 gehören	36
„ 4 Mitglieder mit einem monatlichen Brutto-Einkommen über 1000 RM .	50
B. Körperschaftliche Mitglieder	
Staffel 1 Behörden, Schulen, wissenschaftliche Vereine usw.	42
Staffel 2 Sonstige körperschaftliche Mitglieder, städt. und staatl. Betriebe, auch Eltwerke, Privatfirmen, offene Handelsgesellschaften, Gesellschaften mit beschränkter Haftung, Aktiengesellschaften, usw., die beschäftigen:	jährl. RM
a) bis 50 Angestellte und Arbeiter	56
b) von 51 bis 100 Angestellte und Arbeiter	81
c) von 101 bis 250 Angestellte und Arbeiter	126
d) von 251 bis 500 Angestellte und Arbeiter	156
e) von 501 bis 1000 Angestellte und Arbeiter	306
f) über 1000 Angestellte und Arbeiter auf Anfrage.	

Hierfür erhalten künftig sämtliche Mitglieder des Verbandes die **ETZ und** die besondere, die bisherigen VDI-Nachrichten ersetzende **Wochenzeitschrift** (RTA-Nachrichten), letztere als Organ der Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit.

Der Beitrag ist möglichst für das ganze Jahr, sonst halb- oder vierteljährlich, zu zahlen. Die erste Zahlung ist **spätestens bis 4. Dezember 1933**
an den zuständigen EV bzw. die zuständige ETG zu leisten, damit die Zeitschriftenlieferung für das neue Jahr rechtzeitig eingewiesen werden kann. Auf bereits für 1934 gezahlte Mitgliederbeiträge sind die erforderlichen Nachzahlungen schnellstens zu leisten.

Mitglieder, die mehreren Verbänden und Vereinen der Reichsgemeinschaft angehören, müssen **den** Verband oder Verein angeben, von dem sie die Lieferung der gemeinsamen Wochenzeitschrift wünschen, um Doppellieferung zu vermeiden.

Die Berechnung der Wochenzeitschrift erfolgt nur einmal, bei Doppelmitgliedschaft sind vom Mitgliedsbeitrag der Staffeln 2, 3 und 4 des zweiten Vereins 6 RM abzuziehen.

Verbandsmitglieder, die **keinem Ortsverein** angehören, zahlen ihre Beiträge über unser **Postscheckkonto Berlin 213 12**, während alle **übrigen** Mitglieder die Beiträge an den **Ortsverein abführen, dem sie als Mitglied angehören.**

[1] Der Wortlaut der Staffelung ist gegenüber unserer Veröffentlichung in H. 46, S. 1126, geändert.

Bank- bzw. Postscheckkonten (mit PSK bezeichnet) der Vereine:

E. V. Aachen: Bankkonto Deutsche Bank u. Disconto-Gesellschaft, Filiale Aachen; PSK Deutsche Bank u. Disconto-Gesellschaft, Filiale Aachen, Postscheckamt Köln 2513 für El. Verein.
E. V. des Bergischen Landes: Wuppertal-Elberfeld: PSK Köln 44896.
Elektrotechnischer Verein in Berlin: PSK Berlin 13302.
E. V. Braunschweig: Bankkonto Deutsche Bank u. Disconto-Gesellschaft, Filiale Braunschweig, Depositenkasse am Hagenmarkt; PSK Obering. Hans Jütting, Braunschweig, Postscheckamt Hannover 43377 für El. Verein.
E. V. Breslau: PSK Geschäftsführer A. Rupp (Vereinskonto) Breslau 47928.
E. V. Chemnitz: PSK Leipzig 119093.
Deutsche E. G. zu Danzig: PSK 1739 der Sparkasse der Stadt Danzig, zur Gutschrift auf Konto 1230 der Deutschen El. Gesellschaft zu Danzig.
Dresdner E. V.: PSK Dresden 11114.
E. V. Düsseldorf: PSK Essen 23947; Bankkonto Kreissparkasse Düsseldorf.
E. G. Frankfurt a. M.: PSK Frankfurt a. M. 3342.
E. G. Halle a. S.: PSK Leipzig 91527; Bankkonto Genossenschaftsbank Halle a. S.
E. V. Hamburg: PSK Hamburg 3989; Bankkonto Commerz- und Privatbank AG.
E. G. Hannover: PSK Hannover 12903.
Hessische E. G. Darmstadt: PSK Frankfurt a. M. 2002.
E. V. Kassel: PSK Frankfurt a. M. 20639; Bankkonto Deutsche Bank u. Disconto-Gesellschaft und Dresdner Bank, Kassel.
E. G. Köln: PSK Köln 57666.
E. V. Leipzig: PSK Leipzig 11656.
E. G. Magdeburg: PSK Magdeburg 2479; Bankkonto Commerz- und Privatbank AG. Magdeburg, Depositenkasse Staatsbürger-Platz.
E. V. Mannheim-Ludwigshafen, Mannheim: PSK Karlsruhe i. Ba. 79088; Bankkonto Deutsche Bank u. Disconto-Gesellschaft, Filiale Mannheim, Depositenkasse Heidelberger Straße.
E. V. München: PSK München 24283.
E. V. am Niederrhein, Krefeld: PSK C. Wildermuth, Krefeld, Postscheckamt Essen 31376 für El. Verein.
E. G. Nürnberg: PSK Nürnberg 1964.
Oberrhein. E. V., Karlsruhe: PSK Karlsruhe i. Ba., 4979.
Oberschles. E. V., Gleiwitz, O.-S.: PSK Breslau 49494.
Ostdeutscher E. V., Königsberg: PSK Königsberg Pr. 2018.
Pommerscher E. V., Stettin: PSK Stettin 3312.
E. V. des Rhein.-Westf. Ind.-Bez., Essen: PSK Essen 3992.
E. V. an der Saar, Saarbrücken: Bankkonto Gebr. Röchling, Saarbrücken 1.
Schleswig-Holsteinischer E. V., Kiel: PSK Hamburg 142 63; Bankkonto Kieler Spar- u. Leihkasse, Giro-Konto 9201.
E. V. Südbaden, Freiburg i. Ba.: PSK Karlsruhe i. B. 40640.
Thüringer E. V., Erfurt: PSK Erfurt 24810.
E. V. Trier: PSK Köln 21654.
Württembergischer E. V., Stuttgart: PSK Stuttgart 1906.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.

Der Vorsitzende: Ohnesorge. Der Generalsekretär: P. Schirp.

Digitized by Google

Verhalten des Selektivschutzes beim Außertrittfallen von Kraftwerken.

Von R. Schimpf, Berlin.

Übersicht. Die Selektivschutzsysteme zeigen bei Stabilitätstörungen zwischen Kraftwerken ein verschiedenes Verhalten. Der Verlauf der von den Relais gemessenen Spannungen und Ströme sowie der aus ihnen abgeleiteten Größen wird dargestellt und daraus das Verhalten der verschiedenen Selektivschutzsysteme erklärt.

Kraftwerke, die durch eine Leitung gekuppelt sind, können durch irgendwelche Laststöße ins Pendeln geraten oder auch ganz außer Tritt fallen. Nach Verschwinden des Laststoßes können sich die Kraftwerke wieder fangen, es kann aber auch sein, daß sie außer Tritt bleiben und nicht selbsttätig wieder in Parallellauf gelangen. Entsprechend der Vielgestaltigkeit des Ablaufs solcher Stabilitätstörungen wird vom Selektivschutz verlangt, daß er einmal bei Stabilitätstörungen nicht auslöst, im andern Falle, daß er die Kuppelleitung möglichst schnell trennt. Der Selektivschutz ist in erster Linie dazu bestimmt, Kurzschlüsse selektiv abzuschalten, und man kann nicht von vornherein von ihm erwarten, daß er Forderungen Genüge leistet, die durch das Außertrittfallen von Kraftwerken an ihn gestellt werden[1].

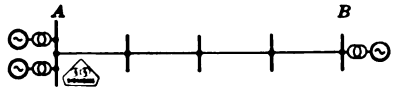


Abb. 1. Lange Kuppelleitung zwischen zwei Kraftwerken verschiedener Größe.

Im allgemeinen wird man wünschen, daß der Selektivschutz beim Eintritt von Stabilitätsstörungen nicht auslöst, damit die Kraftwerke Zeit haben, sich wieder zu fangen und in den synchronen Lauf zurückzukehren. Erst wenn das innerhalb einer gewissen Frist nicht geschieht, wird es zweckmäßig sein, die Kuppelleitung aufzutrennen. Kann von vornherein nicht mit Rückkehr in den stabilen Zustand gerechnet werden, so wird man die Kuppelleitung gern sofort aufzutrennen suchen und hierfür möglichst eine bestimmte Trennstelle festlegen.

In erster Linie muß man also versuchen, einen schnellarbeitenden Selektivschutz beim Außertrittfallen von Netzen am Auslösen zu hindern. Dies ist mit außerordentlich einfachen Mitteln möglich. Veröffentlichungen hierüber werden folgen; die Mittel werden hier daher nicht beschrieben. Voraussetzung, solche Mittel zu schaffen, ist die Kenntnis der Vorgänge, die zum unerwünschten Arbeiten der Selektivschutzsysteme führen.

Der gewöhnliche Überstromzeitschutz mit Richtungsrelais führt im allgemeinen nicht zum Auslösen, er ist also immun gegen Stabilitätstörungen[2]. Vom Impedanzschutz ist bekannt, daß er zum Auslösen neigt. Ganz empfindlich ist der Reaktanzschutz. Bei ihm fällt oft eine ganze Reihe von Schaltern einer Kuppelleitung.

Von Timascheff hat kürzlich den zeitlichen Verlauf und die örtliche Verteilung der von Relais gemessenen Werte von Leistung, Blindleistung, Impedanz und Reaktanz während des Außertrittfallens rechnerisch verfolgt. Die formelmäßigen Ergebnisse werden in Kürze an anderer Stelle veröffentlicht. Für das Wirken der Schutzsysteme ist nicht allein der Verlauf von Spannung und Strom und der aus ihnen abgeleiteten Größen maßgebend, sondern ihr spezieller Verlauf bezogen auf die verschiedenen Relaisschaltungen. Im nachfolgenden sollen der zeitliche und örtliche Verlauf der vom Relais gemessenen Größen für einige wichtige Schaltungen aus einfachen Vektordiagrammen abgeleitet und graphisch dargestellt werden. Es bereitet dann keine Schwierigkeiten, für die vielen anderen möglichen Schaltungen und Relaisverhältnisse die entsprechenden Schlußfolgerungen zu ziehen.

Um ein möglichst klares Bild zu geben, wird in den folgenden Diagrammen alles vernachlässigt, was die Übersicht erschwert. Es kommt nur darauf an, zu erkennen, was die Relais messen und wie sie sich verhalten müssen. Hierzu genügt es, eine Kuppelleitung, die zwei Kraftwerke verbindet, allein zu betrachten. Die an den Kraftwerken hängenden Verteilungsnetze sollen als abgeschaltet angesehen werden. Ferner wird angenommen, daß die Kuppelleitung keinerlei Kapazität besitzt. Abb. 1 zeigt zwei Kraftwerke A und B mit verschiedener Leistung, die über eine Kuppelleitung verbunden sind.

Es wird weiterhin angenommen, daß weder die EMK der Maschinen des Kraftwerkes A sich in ihrer Größe ändert, noch daß ihre Frequenz schwankt. Für das Kraftwerk B soll die EMK in ihrer Größe ebenfalls als fest angesehen werden, die Frequenz ist geringer als die des Kraftwerkes A, so daß der EMK-Vektor E_B zeitlich hinter dem EMK-Vektor E_A des Kraftwerkes A zurückbleibt, bis

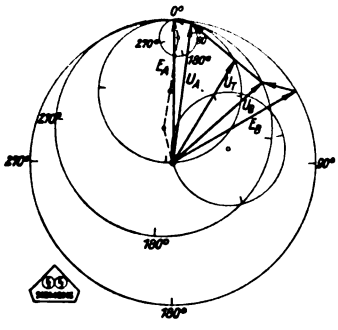


Abb. 2. Vektoren der EMKe der Kraftwerke E_A und E_B, ihrer Klemmenspannungen U_A und U_B, Spannung des Punktes T der Leitung, auf dem die Spannung 0 wird, wenn nahezu Phasenopposition vorhanden ist. Spannungsabfälle $E_A - U_A$, $U_A - U_B$, $U_B - E_B$.

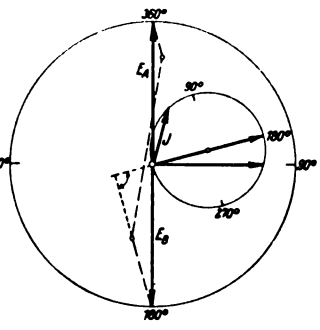


Abb. 3. Ortskreis für den Stromvektor während eines Umlaufs des EMK-Vektors E_B.

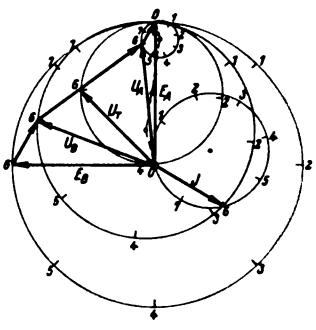


Abb. 4. Ortskreise für Spannungen und Strom. Die Zahlen bezeichnen die Vektorlage für gleiche Zeitpunkte.

er nach einem Umlauf von 360 ° wieder mit ihm zusammenfällt. Sowie E_B nicht mehr E_A deckt, besteht ein Spannungsunterschied, der sich entsprechend den Widerständen der Kraftwerke und der Kuppelleitung auf sie verteilt. Die Vektoren vom Mittelpunkt des Kreises bis zu den Endpunkten der Spannungsabfälle längs der Leitung ergeben die an den Klemmen der Kraftwerke bestehenden Spannungen U_A und U_B sowie die entsprechenden Spannungen, die an den verschiedenen Punkten der Leitungen herrschen (Abb. 2). Trägt man für verschiedene Zeitwerte die EMKe und die Klemmenspannungen der Kraftwerke in das Diagramm Abb. 2 ein, so sieht man, daß sie sich auf Kreisen bewegen. Während die Klemmenspannung U_A des Kraftwerkes A sich nur in ihrer Größe zeitlich ändert und dabei sich um einen gewissen Winkel hin und her bewegt, dreht sich die Klemmenspannung U_B des Kraftwerkes B um volle 360 ° herum.

Die Spannungsabfälle zwischen den EMK E_A und E_B der Kraftwerke bilden keine Gerade, da die Kuppelleitung nicht nur induktiven, sondern auch ohmschen Widerstand besitzt und das Verhältnis vom ohmschen zum induktiven Widerstand für die Leitung anders ist als für die Kraftwerke. Für die Kraftwerke wird angenommen, daß ihr Widerstand rein induktiv ist, so daß Strom und Spannungsabfälle um 90 ° gegeneinander verschoben sind, während auf der Leitung beide nur einen Winkel von etwa 70 ° einschließen.

Solange die beiden Kraftwerke synchron sind, fließt natürlich kein Ausgleichstrom zwischen ihnen, sowie jedoch E_B gegen E_A zurückbleibt, fließt ein Strom, dessen Größe proportional der Spannungsdifferenz $E_A - E_B$ ist. Er erreicht sein Maximum bei Phasenopposition und klingt dann wieder ab bis zum Werte 0, wenn E_B mit E_A zur Deckung

[1] Bericht Nr. 101 der Conférence Internationale des Grands Réseaux à Haute Tension, Paris, von Schleicher und Neugebauer: „Selektiv arbeitende Schnellschutzsysteme".

[2] H. Thoma, ETZ 1928, S. 423.

Digitized by Google

kommt. Die Spitze des Stromvektors bewegt sich ebenfalls auf einem Kreise (Abb. 3). Trägt man für den Fall der Phasenopposition die Spannungsabfälle von E_A bis E_B ein, so steht der Durchmesser des Stromvektorkreises senkrecht auf der Richtung der Kraftwerks-Spannungsabfälle. Zeichnet man, wie es in Abb. 4 gezeigt ist, auf den Kreisen die Punkte ein, die die Vektoren für verschiedene Zeitwerte des Umlaufs erreichen, so kann man bequem die Größe von Spannung und Strom für die Kraftwerksklemmen und verschiedenen Punkte der Leitung abgreifen sowie den Winkel zwischen ihnen bestimmen.

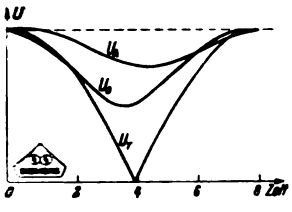


Abb. 5. Verlauf der Spannungen abhängig von der Zeit für die Spannungen U_A, U_B und U_T.

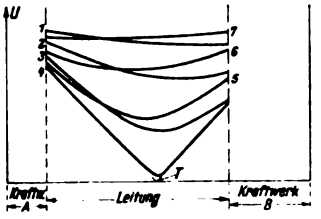


Abb. 6. Spannungsverteilung längs der Leitung für verschiedene Zeitpunkte.

In Abb. 5 ist der zeitliche Verlauf der Spannungen für die Klemmen der Kraftwerke und wichtigen Leitungspunkte aufgetragen. Das Bild zeigt die Werte, die ein Spannungszeiger, der an den betreffenden Stellen eingebaut ist, anzeigen würde. In Abb. 6 ist die örtliche Verteilung der Spannung über die Leitung für verschiedene Zeitwerte eingezeichnet. Aus Abb. 5 und 6 ist zu erkennen, daß es einen Punkt der Leitung gibt, für den während eines vollen Umlaufs einmal die Spannung den Wert 0 erreicht. Seine Spannung ist mit U_T bezeichnet, der Ortskreis ist in Abb. 2 und Abb. 4 eingezeichnet.

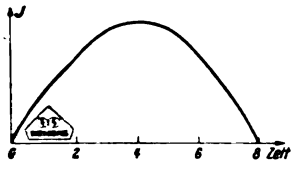


Abb. 7. Verlauf des Stromes abhängig von der Zeit.

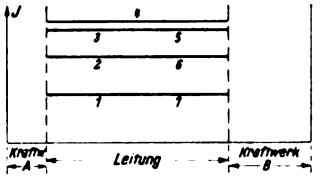


Abb. 8. Stromverteilung längs der Leitung für verschiedene Zeitpunkte.

Der Strom ändert seine Größe in Form einer Sinuskurve (Abb. 7). Er ist selbstverständlich für einen bestimmten Zeitmoment an jeder Stelle der Leitung oder des Kraftwerkes gleich groß (Abb. 8). Aus Abb. 7 kann bequem die Ansprechzeit eines Überstrom-Zeit-Schutzes abgelesen werden. Die Zeitwerke laufen von dem Augenblick ab, wo der Strom eine ausreichende Größe erreicht, um die Anregung herbeizuführen. Vor Beendigung eines vollen Umlaufs fällt die Anregung wieder ab, und die Zeitwerke gehen in die Ruhelage zurück. Ein Überstrom-Zeit-Schutz wird deswegen so lange nicht zum Auslösen kommen, als die Laufzeit seiner Relais größer ist als die Ansprechzeit innerhalb eines Vektorenumlaufs[3].

Aus den Diagrammen der Abb. 5 ··· 8 können unmittelbar der zeitliche Ablauf und die örtliche Verteilung der Impedanzwerte errechnet werden, die ein Impedanzrelais mißt, das die Impedanz als Quotienten von Spannung und Strom bildet. Der zeitliche Verlauf der vom Relais gemessenen Impedanz an verschiedenen Stellen der Leitung ist in Abb. 9 wiedergegeben, Abb. 10 zeigt die Verteilung der Impedanz über die Leitung für verschiedene Zeitwerte. An den Stellen der Leitung, an denen die Spannung den Wert 0 erreicht, wird auch die Impedanz 0 werden. Dies geschieht dann, wenn die beiden Kraftwerke ungefähr in Phasenopposition stehen. Die Impedanzrelais werden ihre Auslösezeit entsprechend diesen Werten einstellen, und die dem Punkt der Impedanz 0 der Leitung am nächsten liegenden Relais haben die kürzeste Auslösezeit. Ob es zum Auslösen kommt, hängt von der Umlaufszeit des Vektors E_B ab und von der kürzesten Auslösezeit der Impedanzrelais. Ist die Umlaufszeit von E_B bzw. der Zeitteil, während dessen die Impedanz klein ist, größer als die Grundzeit der Impedanzrelais, so erfolgt eine Auslösung, andernfalls fallen die Relais jedesmal in ihre Ausgangslage zurück und laufen bei jedem neuen Umlauf erneut an. Schnelle Impedanz-Kipprelais mit sehr kurzer erster Zeitstufe werden unbedingt die Leitung auftrennen. Es ist aber zu erwarten, daß nur der Leitungsabschnitt abgeschaltet wird, auf dem die Spannung durch 0 geht, wenn nicht überhaupt nur ein Schalter fällt. Ob ein oder zwei Schalter fallen, hängt davon ab, in welcher Entfernung sie sich von dem Leitungspunkt, auf dem die Impedanz 0 wird, dem scheinbaren Kurzschlußpunkt, befinden. Weiterhin ist außer der Laufzeit des Relais die Eigenzeit der Schalter maßgebend. Sind Relais- und Schalterzeit für das erste zur Auslösung kommende Relais kürzer als die Auslösezeit des zweiten Relais allein, so wird nur der erste Schalter ausgelöst werden. Mit dem Auftrennen der Leitung hört ja der Ausgleichstrom zu fließen auf, und die Anregung für das zweite Relais fällt zurück. Man kann die Verhältnisse in gewissem Maße beeinflussen, wenn man die Ansprechimpedanz oder den Ansprechstrom für die Impedanzrelais anders einstellt.

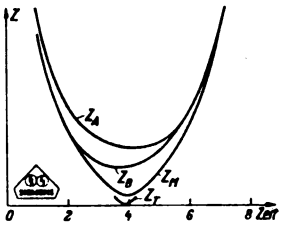


Abb. 9. Verlauf des Impedanzwertes $Z = U/J$ abhängig von der Zeit an den Kraftwerksklemmen A und B und in der Mitte M der Leitung.

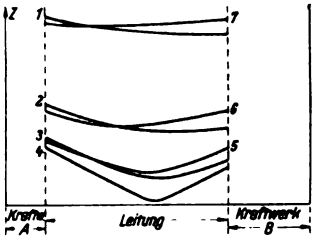


Abb. 10. Verteilung der Impedanzwerte längs der Leitung für verschiedene Zeitpunkte.

Der Charakter der in Abb. 9 und 10 angegebenen Kurven ändert sich nicht, wenn man den Impedanzrelais statt Phasenspannung und Phasenstrom U_R und J_R die verkettete Spannung U_{RS} und den verketteten Strom J_{RS} zuführt oder auch die verkettete Spannung mit dem Phasenstrom verknüpft. Der scheinbare Kurzschlußpunkt ändert seine Lage nicht, er liegt also fest. Ist der Maschineneinsatz in einem der Kraftwerke ein anderer als in diesem Beispiel angenommen, so ändern sich die Reaktanzen der Kraftwerke, und damit verteilt sich auch die Spannung längs der Leitung anders. Die Spannung wird an einem andern Ort der Leitung durch 0 gehen und ebenso die Impedanz, so daß nun die dem neuen scheinbaren Kurzschlußpunkt nächstliegenden Relais die Auslösung herbeiführen werden.

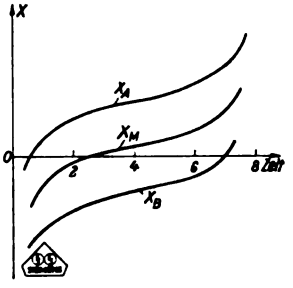


Abb. 11. Verlauf des Reaktanzwertes $X = \frac{U_{RS} \sin \varphi}{J_{RS}}$ abhängig von der Zeit für die Kraftwerksklemmen A und B und den Mittelpunkt M der Leitung.

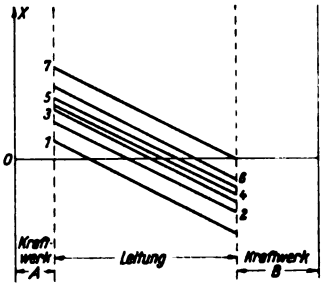


Abb. 12. Verteilung der Reaktanzwerte längs der Leitung für verschiedene Zeitpunkte. Der scheinbare Kurzschlußpunkt wandert von A nach B

Die von den Reaktanzrelais gemessenen Reaktanzwerte hängen wesentlich davon ab, ob man den Relais Phasenspannung oder verkettete Spannung, Phasenstrom oder verketteten Strom zuführt. Im allgemeinen nimmt man für die Reaktanzrelais die verkettete Spannung, während die verschiedenen Lieferfirmen verschiedene Schaltungen für den Strompfad wählen, so daß in einem Netz der Phasenstrom, in einem andern Netz der verkettete Strom zur Reaktanzbildung im Relais benutzt wird. Bei Zuführung der verketteten Spannung und des verketteten Stromes ergeben sich die Verhältnisse der Abb. 11 und 12. In Abb. 11 ist der gemessene Reaktanzwert für die Klemmen des Kraftwerks A und die Klemmen des Kraftwerks B sowie für einen Punkt der Leitung eingetragen. Man sieht, daß die Reaktanz im Zeitpunkt 0 unendlich ist (der Strom ist ja auch 0). Sie steigt dann, von negativen Werten kommend, langsam an, bis sie bei 360 ° wieder den Wert unendlich in positiver Richtung erreicht. An der Klemme des Kraftwerkes A wird der Wert 0 sehr früh

[3] H. Thoma, ETZ 1928, S. 423.

Digitized by Google

durchschritten, an der Klemme des Kraftwerkes B erst sehr spät. Der Reaktanzmeßwert 0 wandert also während eines vollen Umlaufs vom Kraftwerk A ausgehend über die Leitung zum Kraftwerk B. Dies ist auch aus Abb. 12 zu erkennen, in der die Reaktanz für bestimmte Augenblickswerte als Funktion des Meßortes aufgetragen ist. Der scheinbare Kurzschlußpunkt wandert stets vom Kraftwerk höherer Frequenz zum Kraftwerk niederer Frequenz hin. Dies wiederholt sich bei jedem Umlauf. Da nacheinander sämtliche auf der Leitung eingebauten Relais den Wert 0 messen, so besteht die Gefahr, daß sämtliche Relais auf der Leitung ihre Schalter zum Auslösen bringen. Dies geschieht dann, wenn der scheinbare Kurzschlußpunkt schnell über die Leitung wandert. Die Eigenzeit von Relais und Schalter, bei schnellschaltenden Relais die Eigenzeit der Schalter, muß kürzer sein als die Wanderzeit des scheinbaren Kurzschlußpunktes von einem Relais zum andern, wenn nur ein Schalter auslösen soll. Andernfalls können mehrere Schalter auf längeren Kuppelleitungen fallen. Der Reaktanzschutz ist also viel empfindlicher beim Außertrittfallen als der Impedanzschutz. Mitunter kann man auch hier die Verhältnisse durch Ändern der Anregewerte günstig beeinflussen[4].

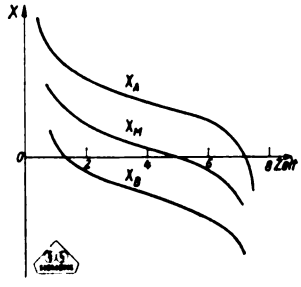


Abb. 13. Verlauf des Reaktanzwertes $X = \frac{U_{RS} \sin \varphi}{J_R}$ abhängig von der Zeit für die Kraftwerksklemmen A und B und den Mittelpunkt M der Leitung.

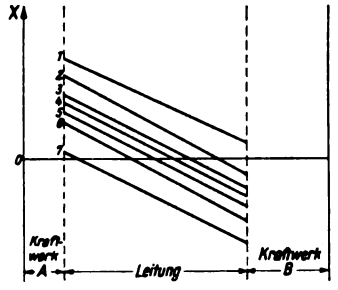


Abb. 14. Verteilung der Reaktanzwerte längs der Leitungen für verschiedene Zeitpunkte. Der scheinbare Kurzschlußpunkt wandert von B nach A.

Der Charakter der Kurven ändert sich, sowie man dem Relais bei verketteter Spannung statt des verketteten Stromes den Phasenstrom zuführt, wie es Abb. 13 und 14 zeigen. Sie ähneln den Kurven der Abb. 11 und 12, jedoch mit dem Unterschied, daß der scheinbare Kurzschlußpunkt jetzt von dem in der Frequenz zurückbleibenden Kraftwerk B zu dem Kraftwerk A über die Leitung wandert.

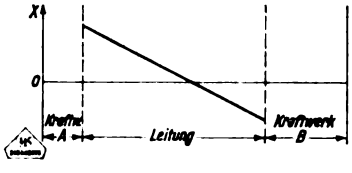


Abb. 15. Verteilung der Reaktanzmeßwerte längs der Leitung für verkettete Spannung und verketteten Strom. Die dem Relais zugeführte Spannung ist gegen die 90°-Lage (reine Reaktanzmessung) vorverschoben.

Die Umkehr der Wanderungsrichtung des scheinbaren Kurzschlußpunktes abhängig von der Schaltung legt den Gedanken nahe, daß es eine Schaltung geben muß, bei der der Kurzschlußpunkt weder in der einen noch in der anderen Richtung wandert, sondern still liegt. Man kann diese Verhältnisse erreichen, indem man dem Relais verkettete Spannung und verketteten Strom, aber dem Spannungspfad die Spannung statt um 90° (für Reaktanzmessung) verschoben mit einem etwas kleineren Winkel zuführt. Die Reaktanzverteilung über die Leitung ist so, daß sie an einer bestimmten Stelle der Leitung 0 durchschneidet (Abb. 15). Für diesen Sonderfall wandert der scheinbare Kurzschlußpunkt nicht, und es werden nur die diesem Punkt nächstliegenden Reaktanzrelais zur Auslösung kommen. Man erhält also Verhältnisse, die denen des Impedanzschutzes insofern ähneln, als der scheinbare Kurzschlußpunkt nicht wandert. Während aber beim Impedanzschutz sich die Impedanzmeßwerte zeitlich ändern, sind die gemessenen Reaktanzwerte für jeden Punkt der Leitung zeitlich konstant. Die Auslöseneigung beim Reaktanzschutz ist also doch noch größer. Man wird diesen günstigeren Fall auch nicht voll ausnutzen können, da der Einsatz anderer Maschinen die Verhältnisse durch die Reaktanzänderung sofort so beeinflußt, daß der scheinbare Kurzschlußpunkt wieder zu wandern beginnt, wobei die Wandergeschwindigkeit durch die Größe der Änderung bestimmt ist. Es ist überhaupt zu bedenken, daß die Reaktanz der Kraftwerke (Ankerrückwirkung) sich während eines Umlaufs ändert, so daß weder die Spitzen der Spannungsvektoren noch des Stromvektors sich auf Kreisen bewegen. Die Kurzschlußeigenschaften des Reaktanzschutzes werden naturgemäß durch Abweichen von der 90°-Schaltung verschlechtert.

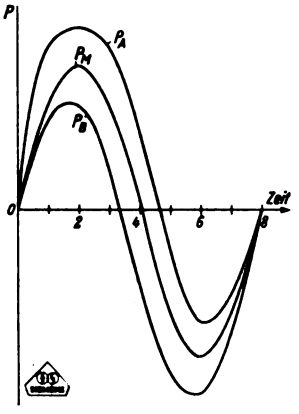


Abb. 16. Verlauf der vom Richtungsrelais gemessenen Leistung $P = U_R J_R \cos\varphi$ (0°-Schaltung) abhängig von der Zeit für die Kraftwerksklemmen und den Mittelpunkt der Leitung.

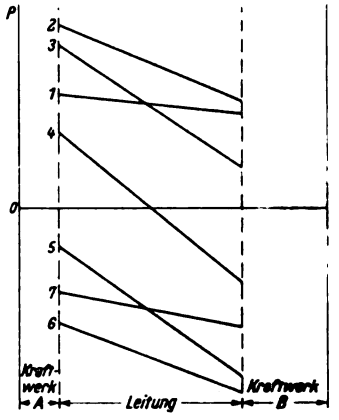


Abb. 17. Verteilung der vom Richtungsrelais gemessenen Leistung längs der Leitung für verschiedene Zeitpunkte.

Für die Richtungsrelais ändern sich die Drehmomente auch abhängig von der Schaltung. Abb. 16 und 17 zeigen die Drehmomente für die sogenannte Nullgradschaltung[5], bei der dem Richtungsrelais Phasenspannung und Phasenstrom bzw. verkettete Spannung und verketteter Strom zugeführt werden. Die Umkehr der Energierichtung an den verschiedenen Punkten der Leitung erfolgt nicht gleichzeitig, sondern nacheinander, so daß also auch für die Richtungsrelais ein Wandern des scheinbaren Kurzschlußpunktes über die Leitung eintritt. Er wandert vom Kraftwerk niederer zum Kraftwerk höherer Frequenz. Vielfach wird für Richtungsrelais die sogenannte 60°-Schaltung gewählt[5], bei der zur Erzielung größerer Drehmomente im Kurzschlußfalle dem Spannungspfad eine 60° nacheilende Spannung zugeführt wird. Die Verhältnisse sind ähnlich wie bei der 0°-Schaltung, doch wandert der Kurzschlußpunkt langsamer über die Leitung. Für einen Streckenschutz, bei dem die Schnellauslösung dann freigegeben wird, wenn die an den beiden Enden der Strecken befindlichen Richtungsrelais in die Leitung hineinzeigen, besteht also die Gefahr der Fehlauslösung, solange der scheinbare Kurzschlußpunkt zwischen ihnen sich bewegt. Die Zahl der möglicherweise ausgelösten Schalter hängt wiederum von der Wandergeschwindigkeit des scheinbaren Kurzschlußpunktes und von der Eigenzeit des Streckenschutzes, insbesondere aber der Eigenzeit der Schalter ab.

Ähnlich wie beim Reaktanzschutz lassen sich durch Zuführen von Spannung bestimmter Phasenlage an das Richtungsrelais die Verhältnisse ändern. Doch besitzen die Richtungsrelais dann geringere Empfindlichkeit beim Kurzschluß, so daß man von diesem Mittel nur bedingt Gebrauch macht. Das Ziel der Immunisierung wird besser auf andere Weise erreicht[6], wie es bereits in ausgeführten Anlagen geschehen ist. Hier wird das Auslösen der gefährdeten Stellen blockiert, ehe als Folgeerscheinung eines Kurzschlusses das Pendeln oder Außertrittfallen eintreten kann. Es ist zu berücksichtigen, daß die Möglichkeit des Fehlauslösens bei Streckenschutzschaltungen überhaupt nur besteht, wenn die Leitungen sehr lang sind, so daß sich auch nur in diesem Falle der Einbau besonderer Sicherungsmittel lohnt. Durch die Wahl anderer Winkel zwischen Relaisstrom und -spannung (auch für Reaktanz- und solche Impedanzrelais, bei denen eine Winkelabhängigkeit besteht) entstehen weitere Besonderheiten; es muß darauf verzichtet werden, sie hier zu beschreiben.

[4] Holzach, Bull. Schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 23, S. 645 (1923).

[5] H. Sorge, Siemens-Z. 1927, S. 785.

[6] Wie Fußnote 1.

Digitized by Google

Von der Weltausstellung in Chikago.

1. Elektrotechnik, im besonderen Elektromaschinenbau.

Die Elektrotechnik war in einem halbmondförmigen, sehr neuartigen und grellen Gebäude untergebracht, dessen Eingang durch zwei ägyptisch anmutende Turmbauten markiert war. Die Konkavseite der Randmauer trägt zwei Reliefs, „Licht" und „Energie" darstellend, im Hofe befand sich ein Leuchtbrunnen.

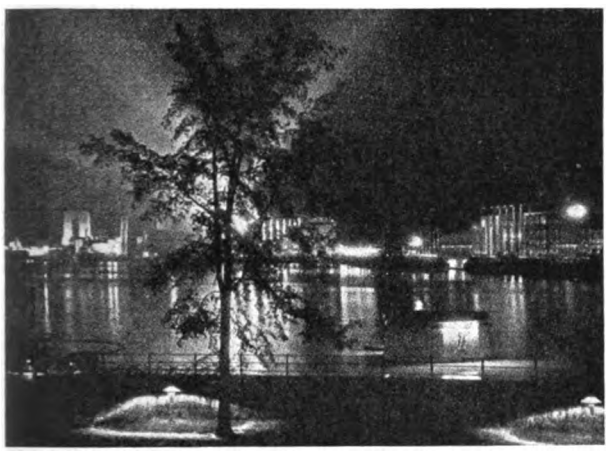


Abb. 1. Blick auf das Ausstellungsgelände.

Die gesamte elektrotechnische Ausstellung war eigentlich nichts als eine betonte und stückhafte Rückschau über die letzten Jahrzehnte der elektrotechnischen Entwicklung. Die beiden Hauptfirmen, die Westinghouse El. & Mfg. Co. und die General Electric Co., hatten viele für Amerika historische Apparate und Zentralanlagen in Modellen oder Originalen zur Schau gestellt, wobei zum Teil nach dem Vorbilde der technischen Museen vorgegangen wurde. So sah man unter anderem die erste hydroelektrische Anlage in Wisconsin und das erste Edison-Kraftwerk in New York, beide 1882; einen Tesla-Induktionsmotor; einen Transformator aus dem Jahre 1893, der noch arbeitsfähig ist; die Motoren einer historischen Entwicklung und anderes mehr. Daneben sind einige wenige bekannte Großleistungen der amerikanischen Elektroindustrie vertreten, wie von Westinghouse das vollständige Gehäuse eines 42 000 kVA-Transformators für 220 kV (der im Innern eine Ultravioletausstellung beherbergt); ein 1500 kW-Quecksilberdampf-Gleichrichter aus 2 Einheiten zu je 1000 A, in dem man den Lichtbogen beobachten kann; ein Deïon-Schalter für 2000 A, 440 V (nach Slepian), der abwechselnd mit einem Ölschalter gleicher Leistung in Betrieb gesetzt wird und so den Unterschied in der Funkenbildung zeigt; ein Überspannungschutz für 230 kV im Vergleich mit dem ersten gebauten für 1000 V; ein durch eine Glasplatte im Boden sichtbarer Schnitt durch den 70 000 kVA-Wassergenerator für Seattle (Diablo-Skagit-Kraftwerk); endlich der Läufer einer Dampfturbine für 100 000 PS, der von der Decke des Ausstellungsgebäudes herunterhängt. Die General El. Co. zeigt einen 3poligen 3000 A-, 600 V-Preßluftschalter, einige neuzeitliche kleine Sondermotoren, darunter solche mit eingebauter Getriebeübersetzung, Schweißmaterial und ein Modell der Quecksilberdampfturbine, die in der Zentrale Schenectady zufriedenstellend arbeitet.

Ein sehr breiter Raum war den elektrischen Haushaltungsapparaten und -geräten gewährt und dieser Teil hat mehr messeartiges Gepräge, was mit der Gesamtabsicht, auf den Laien zu wirken, natürlich vereinbar ist. Es lag nicht im Sinne der Ausstellung, neue Errungenschaften zu zeigen, da ja nur der Unterschied Einst und Jetzt betont werden sollte; daher Modellküchen und -waschräume und die für amerikanische Verhältnisse so charakteristischen Kleinküchen, die jeden Schritt ersparen. Auch Möbel aus Mikarta waren ausgestellt.

Die Circuit Breaker Co., Philadelphia, zeigte Schalttafeln, bei denen bis zu 70 % der Schalter durch selbsttätige Überstromschalter ersetzt sind, um in schweren Betrieben Überlastungen der Netze hintanzuhalten. Heavy Duty Co. brachte elektrische Schmelzöfen aller Arten mit selbsttätiger Regelung der Temperatur. Das Massachusetts Inst. of Technology zeigte eine kleine Ausführung des elektrostatischen Hochspannungsgenerators, der an jenem Institute unter der Leitung von van Graff entwickelt wird[1] und sehr vielversprechende Resultate erzielen soll. Die Columbia University endlich stellte eine vollständige Anlage für elekrolytische Verchromung aus.

2. Lichttechnik.

Die Ausstellung als solche war eigentlich gleichzeitig eine Schaustellung neuester Beleuchtungseffekte und -technik, wobei die Westinghouse El. & Mfg. Co. und die General El. Co. zusammenarbeiteten. Sämtliche Gebäude waren auf Flutlicht von außen und innen eingerichtet, daher mit glatten, grellfarbigen Wänden ohne jedes Fenster ausgeführt, was tagsüber häufig abstoßend, nachts jedoch zweckentsprechend und gigantisch wirkte. Um die Beleuchtung überall durchführen zu können, waren eine Reihe von Neuentwürfen von Leuchten und Reflektoren notwendig. Besonders zu erwähnen sind „Pilzleuchten"[2] (vgl. Abb. 1, vorn), die in den Gärten und längs der Rasenwege verwendet wurden, um unauffällig und ohne Blendung die weiten Bodenflächen zu erhellen. Die Konstruktion ist aus Abb. 2 zu ersehen, jede Lampe verbraucht 150 W. Neuartig als Straßenbeleuchtung sind Leuchten, wie sie Abb. 3 schematisch wiedergibt; 22 Röhrenlampen je 100 W sind in einer Radialebene, 11 zu jeder Seite des Zentrums, angeordnet und zwischen ihnen reflektieren Metallscheiben das Licht nach unten, so daß insgesamt ein angenehmer, nicht blendender Effekt entsteht. Interessant sind auch Fontänenleuchten, etwa 6,5 m hohe Rohrmaste, auf deren Spitze strahlähnliche Fassungsrohre bis zu 2 m aufsteigen und nach außen krümmend abfallen. Jedes Fassungsrohr trägt etwa 25 Lampen je 15 W, eine ganze Leuchte besteht aus 323 Einzellampen.

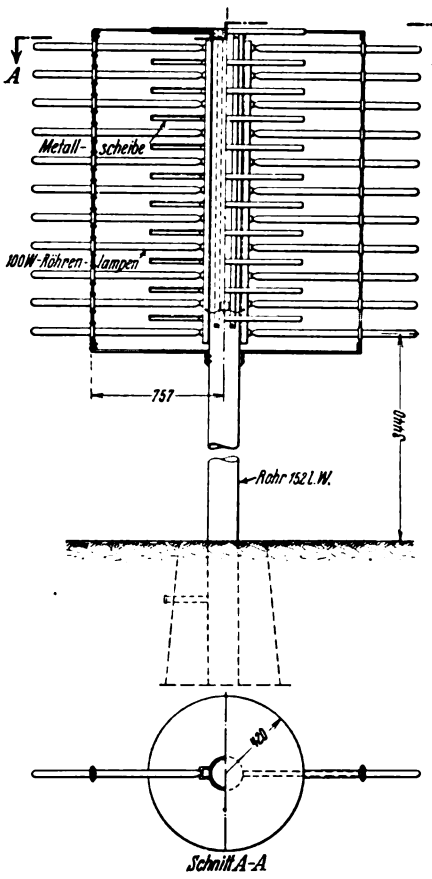


Abb. 3. Straßenleuchte mit Röhrenlampen.

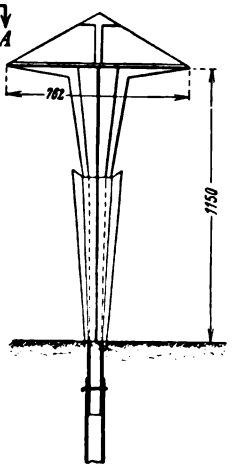


Abb. 2. Pilzleuchte.

Von den vielen anderen Arten von Straßenleuchten, Scheinwerfern, Blinklichtern und Edelgasleuchten möge erwähnt werden, daß sie meist auf angenehme Wirkung abgestimmt waren. Die Flutlichter und Anleuchten sind alle weiß gehalten, so daß sie besonders gut die grellen

[1] Vgl. S. 1146 dieses Heftes.
[2] Vgl. a. ETZ 1932, S. 475.

Digitized by Google

Tagfarben der Gebäude in weichen Schattierungen wiedergeben. Sicher wäre es nicht nötig gewesen, 24 verschiedene Farben durcheinander zu würfeln und häufig nicht mit zu gutem Geschmack. Besonders zu erwähnen ist jedoch das Gebäude der Chrysler Automobile, an dem sich Architektur und Beleuchtung am harmonischsten zeigen. Das Gebäude der Wissenschaften hat eindrucksvolle Einzelheiten.

Um von der gewaltigen Lichtmenge einen Begriff zu geben, sei aus der Statistik genommen, daß zur Beleuchtung der Ausstellung rd. 15 000 Mazdalampen aller Größen von 10 bis 3000 W, 24 Bogenscheinwerfer (rd. 90 cm Dmr.) und 72 Glühlampenscheinwerfer (rd. 60 cm Dmr.) nebst Unmengen von Edelgasröhren verwendet wurden. Je 25 Glühlampenscheinwerfer waren auf den beiden Türmen der „Skyride" (einer Vergnügungs-Hochbahn) etwa 200 m über dem Boden montiert, um verschiedene Türme und Gebäude anzuleuchten. 3 Leuchtbrunnen von je etwa 4500 l/min sind mit thyratron-gesteuerten Farbenwechslern und Wasserreglern versehen, deren Periode rd. 10 min ist.

Durch die großartige Schaustellung der Beleuchtungsmittel in praktischer Anwendung war es nahezu überflüssig erschienen, der Lichttechnik eine besondere Gruppe in der Elektrotechnik einzuräumen. Was man an Einzelausstellungen antraf, waren deshalb nur historische Gegenüberstellungen. So zeigen sowohl die Westinghouse als auch die General El. Co. die Entwicklung der Glühlampe seit Edisons erster Lampe 1879 sowie Lampenformen für die verschiedensten Verwendungszwecke in der Medizin, im Haushalte und in der Industrie. Von der ersten Glühlampe Goebels[3] wurde nichts bemerkt. Die Weston Instrument Co. hatte Lichtmeß- und -vergleichseinrichtungen, die Bausch & Lomb Co. Lichtmesser und optische Apparate bekannter Art ausgestellt. Die Curtiss Lighting Co. führte die historische Entwicklung der Reflektoren seit 1895 vor.

Im Gebäude der Wissenschaften sind an vielen Modellen die Wellenphönomene, wie Reflexion, Brechung, Interferenz u. a., anschaulich gezeigt. Eine eigene Gruppe bildet der biologische Einfluß von ultraviolettem Lichte. Eine große Menschenmenge umgab stets den „transparent man", ein anatomisches Leuchtmodell in Lebensgröße, das aus Dresden auf die Ausstellung gebracht wurde.

Prof. Ernst Weber, Brooklyn.

[3] Vgl. ETZ 1929, S. 1349 u. 1492.

Der Stand der Elektrizitätsversorgung der UdSSR. im Jahre 1932.

Von Dipl.-Ing. P. Gurewitsch, Zürich, und Dipl.-Ing. K. v. Pohl, z. Z. Berlin.

Übersicht. Ausgehend von den ersten Veröffentlichungen der ETZ über die russischen Elektrisierungsprojekte, wird die seitherige Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft der UdSSR. unter besonderer Berücksichtigung der letzten vier Jahre geschildert. Anschließend werden die neuesten, im Betrieb bzw. im Bau befindlichen Großkraftwerke kurz beschrieben.

Vor etwa 10 Jahren veröffentlichte die ETZ eine Arbeit von P. Gurewitsch, betitelt: „Die zukünftige Elektrizitätsversorgung Rußlands"[1]. In einer früheren Arbeit „Die Elektrisierung Rußlands"[2], hatte der Verfasser als Erster die westeuropäischen Fachkreise mit den Projekten der staatlichen Elektrisierungskommission „GOELRO" bekannt gemacht, er wurde wegen seiner positiven Einstellung zu der technischen Zweckmäßigkeit und wirtschaftlichen Ausführbarkeit der russischen Projekte in der ETZ heftig angegriffen[3]. Er versuchte daher nochmals darzulegen, daß die Frage „sind die russischen Projekte Utopien?" keinesfalls mit einem deutlichen „Ja" beantwortet werden durfte, wie es nicht nur von Laien, sondern vielfach auch von Fachleuten behauptet ist; man hat zu oft in der Technik erlebt, daß das, was noch gestern als Phantasie galt, heute zur Wirklichkeit wurde.

Hierauf wurde entgegnet, daß ein Volk mit 80 % Analphabeten solche Projekte einfach nicht durchführen könne, dieser Einwand war vielleicht der stichhaltigste. Wenn man jedoch nicht nur die 1921 gesteckten Ziele erreichte, sondern noch weitergegangen ist, so zeigt dies, daß es gelang, unter größten Anstrengungen doch Millionen von Menschen mehr oder weniger „umzubauen". Dieser Umbau ist allerdings bei der kurzen Zeit und der großen und trägen Bevölkerungsmasse weder in die Breite, noch in die Tiefe genügend fortgeschritten, darin wurzelt ein großer Teil der jetzigen Schwierigkeiten der UdSSR.[4].

Die Wirtschaftsform der UdSSR. fordert peinlichstes Zusammenarbeiten aller Glieder der Gesellschaft. Der Kulturstand der Bevölkerung verhindert dies noch. Da in der UdSSR., im Gegensatz zu Europa, keine Reserven oder Vorräte vorhanden sind, die einen raschen Ausgleich beim Versagen eines Gliedes der Kette ermöglichen, entstehen dort öfters die größten Schwierigkeiten. Um so bemerkenswerter ist der in wenigen, hauptsächlich nur in den letzten 4 Jahren durchlaufene Weg.

Es wird für die Leser der ETZ besonders interessant sein, die von P. Gurewitsch im Jahre 1921, S. 1445, gebrachte Karte und das Verzeichnis der damals projektierten Werke mit der in Abb. 1 dargestellten Karte der am 31. XII. 1932 im Betrieb bzw. im Bau befindlichen Kraftanlagen zu vergleichen. Abb. 1 umfaßt sämtliche an die regionalen Sammelschienen angeschlossenen Kraftwerke, deren installierte Leistung 10 000 kW übersteigt (51 kleinere Anlagen dieser Art mit insgesamt 225 100 kW sowie die selbständigen Kommunal- und Werkzentralen, deren installierte Leistung Ende 1932 rd. 1,50 Mill kW betrug, sind ebenso wie auf der Karte von 1921 weggelassen) und zeigt mit aller Deutlichkeit, wie weit der vor 10 Jahren als phantastisch bezeichnete GOELRO-Plan von der Wirklichkeit überholt wurde.

I. Allgemeine Übersicht.

Die Entwicklung der gesamten Elektrizitätswirtschaft der UdSSR. im Vergleich mit dem GOELRO-Plan zeigt am besten Zahlentafel 1.

[1] Vgl. ETZ 1922, S. 1435.
[2] Vgl. ETZ 1921, S. 1441.
[3] Vgl. ETZ 1922, S. 1053.

[4] Es sei z. B. darauf hingewiesen, daß etwa 20 % der Betriebstörungen sowjetrussischer Elektrizitätswerke im Jahre 1932 durch Betriebsfehler, Unkenntnis oder grobe Nachlässigkeit des Personals verursacht wurden.

Zahlentafel 1.

Leistung und Stromerzeugung	E.	Tatsächlicher Zustand am 31. Dezember 1913	1920	1928	1932	Voranschläge des GOELRO-Planes für 1930	Voranschlag des 5-Jahr-Plans für 1932[1])
I. Installierte Leistung:	1000 kW						
a) an regionale Sammelschienen angeschlossene Kraftwerke	„	250,0	260,3	626,4	3079,3	1750,0	3200,0
b) städtische und ländliche Kommunalwerke	„	175,0	181,1	299,1	325,0	500,0	550,0
c) Fabrik-, Bahn- und Postzentralen	„	750,0	774,0	949,0	1162,7	1250,0	1750,0
Insgesamt	„	1175,0	1215,4	1874,5	4567,0	3500,0	5500,0
II. Stromerzeugung:	Mill kWh						
a) an regionale Sammelschienen angeschlossene Kraftwerke	„	675,0	300,0	2002,0	9200,0	4375,0	14000,0
b) städtische und ländliche Kommunalwerke	„	325,0	55,0	730,0	900,0	1250,0	1000,0
c) Fabrik-, Bahn- und Postzentralen	„	1500,0	145,0	2271,0	2400,0	3125,0	7000,0
Insgesamt	„	2500,0	500,0	5603,0	13100,0	8750,0	22000,0

[1]) Ursprünglich für den 30. IX. 1933 vorgesehene stark übersteigerte Voranschläge.

Digitized by Google

Wie ersichtlich, konnten die im Elektrisierungsplan von 1921 vorgesehenen Endwerte bis Ende 1932 um rd. ⅓ überschritten werden — ein außerordentlich gutes Ergebnis, wenn man bedenkt, daß die 10jährige, Ende 1930 abgelaufene Frist für die Vollendung dieses Planes die günstigste Alternative darstellte (im ungünstigeren Fall sollte der Plan in 15 Jahren, d. h. bis Ende 1935, durchgeführt werden). Aber auch im Vergleich mit den wesentlich neueren Annahmen des bekannten Fünfjahr-

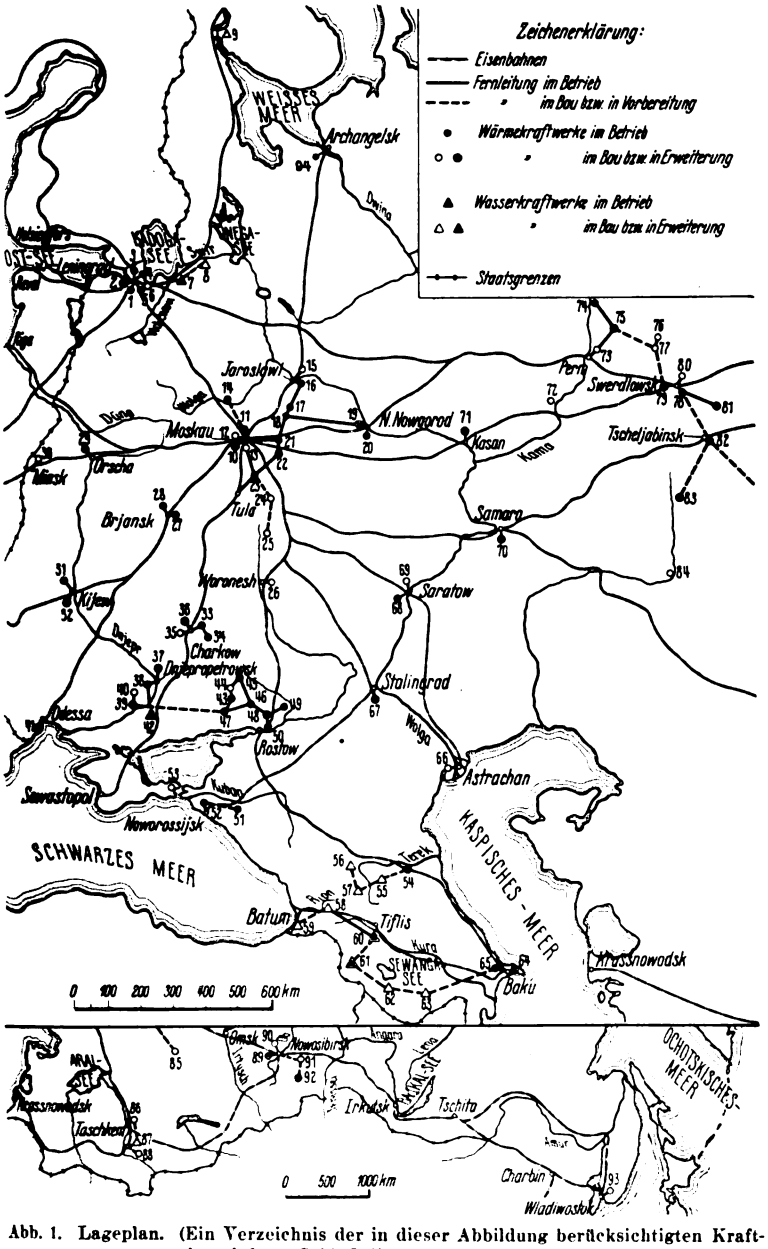


Abb. 1. Lageplan. (Ein Verzeichnis der in dieser Abbildung berücksichtigten Kraftwerke wird am Schluß dieses Aufsatzes gebracht.)

planes können die bisherigen Ergebnisse als zufriedenstellend bezeichnet werden. Im Fünfjahrplan, dessen Laufzeit am 1. X. 1928 begann und ursprünglich am 30. IX. 1933 enden sollte, war für das letzte Jahr eine Stromerzeugung von 22,0 Mrd kWh für die ganze Sowjetunion vorgesehen; die installierte Leistung sämtlicher Kraftwerke der UdSSR. sollte dabei etwa 5,5 Mill kW bei einem Baubestand von rd. 2,2 Mill kW betragen. Im Jahre 1930 beschloß die Sowjetunion, den Fünfjahrplan in 4 statt in 5 Jahren bei unverminderten „Soll"quoten durchzuführen, sie legte als Abschlußtermin den 31. XII. 1932 fest. Wie aus Zahlentafel 1 ersichtlich, konnte dieser Beschluß, der ja der Forderung gleichkam, das Arbeitsprogramm von 3 Jahren innerhalb von 2 Jahren zu bewältigen, nicht ganz erfüllt werden; die Stromerzeugung sowie die installierte Leistung sowjetrussischer Kraftwerke blieben am Ende des Jahres 1932 unterhalb der entsprechenden Endwerte des Fünfjahrplanes. Berücksichtigt man aber neben den schon im Betrieb befindlichen Kraftwerken auch die im Bau bzw. in Erweiterung begriffenen Anlagen, dann ergibt sich eine fast vollständige Übereinstimmung des erreichten Zustandes (Betriebs- und Baubestand von 7,6 Mill kW) mit den Annahmen des Fünfjahrplanes (7,7 Mill kW).

Eine besondere Entwicklung nahmen in der letzten Zeit die an regionale Sammelschienen angeschlossenen Kraftwerke, deren Leistung im Laufe der letzten 4 Jahre sich fast verfünffacht hat; ihre Stromerzeugung betrug im Jahre 1932 rd. 9,8 Mrd kWh, d. h. etwa ¾ der gesamten Stromerzeugung der UdSSR. Ursprünglich umfaßte diese Gruppe nur die Überlandkraftwerke; neuerdings (seit 1929) wurden ihr zahlreiche Fabrik- und Kommunalzentralen einverleibt, deren geographische Lage oder besondere regionale Bedeutung ihren Anschluß an die bestehenden bzw. projektierten regionalen Sammelschienen bedingten. Außerhalb dieser Gruppe blieben die meisten kleineren und älteren Anlagen, die demnächst wegen ihrer Überalterung und Unrentabilität stillgelegt werden sollen, sowie alle Kraftwerke, deren entlegener Standort einen Anschluß an die regionalen Sammelschienen verhinderte.

Ende 1932 waren insgesamt 107 Anlagen an regionale Sammelschienen angeschlossen, und zwar:

- 36 Überlandkraftwerke (UW) mit 2 414 700 kW,
- 4 selbständige Fernheizwerke (HW) mit 30 500 kW,
- 28 Kommunalwerke (KW) mit 205 400 kW[5] und
- 39 Fabrikzentralen (FW) mit 428 700 kW[6].

Die Größenordnung dieser Kraftwerke veranschaulicht folgende Zahlentafel 2.

Bis 1929 hatte die UdSSR. kein einziges Werk mit einer Leistung von mehr als 100 000 kW; 1932 gab es 8 solcher Werke, die etwa 30 % der gesamten Energie der UdSSR. erzeugten. Es sind die Überlandwerke:

Dnjepr (Dnjeprostroj) mit 310 000 kW (Wasserkraftwerk),
Kaschira b. Moskau mit 186 000 kW (Braunkohlenfeuerung),
Schatura b. Moskau mit 136 000 kW (Torffeuerung),
Balachna (Nishnij Nowgorod I) mit 158 000 kW (Torffeuerung),
Schterowka im Donezbecken mit 152 000 kW (Staubkohlenfeuerung),
Sujewka im Donezbecken mit 150 000 kW (Staubkohlenfeuerung),
Leningrad V mit 111 000 kW (Torffeuerung),
Moskau I mit 107 500 kW (Erdölfeuerung).

[5] Hiervon 4 Fernheizwerke (KHW) mit 35 500 kW.
[6] Hiervon 7 Fernheizwerke (FHW) mit 180 500 kW.

Zahlentafel 2.

Installierte Leistung	sämtlich an regionale Sammelschienen angeschlossene Anlagen		Überlandwerke und selbständige Fernheizwerke		Kommunalwerke		Fabrikzentralen	
	Anzahl	inst. Leistung	Anzahl	inst. Leistung	Anzahl	inst. Leistung	Anzahl	inst. Leistung
bis 10 000 kW	51	225 100	4	24 000	19	64 900	28	136 200
von 10 000 bis 20 000 kW	18	237 400	5	70 100	7	91 000	6	76 300
von 20 000 bis 50 000 kW	19	551 000	13	368 500	2	49 500	4	133 000
von 50 000 bis 100 000 kW	11	755 300	10	672 100	—	—	1	83 200
über 100 000 kW	8	1 310 500	8	1 310 500	—	—	—	—
Insgesamt	107	3 079 300	40	2 445 200	28	205 400	39	428 700

Digitized by Google

Vor dem Beginn des Fünfjahrplanes, d. h. Ende 1928 wurde die Leistung von 75 000 kW von keinem einzigen Elektrizitätswerk der UdSSR. überschritten; 1913 hatten nur 3 Werke (Moskau I, Leningrad I und Baku I) eine Leistung von mehr als 25 000 kW, während es z. B. in Deutschland schon 1913 15 Werke mit einer installierten Leistung von mehr als 25 000 kW und 8 Werke mit über 40 000 kW gab. Die mittlere installierte Leistung eines an regionale Sammelschienen angeschlossenen Kraftwerkes, die im Jahre 1928 27 400 kW betrug, erreichte bis Ende 1932 28 800 kW, obwohl in der Zwischenzeit, wie bereits erwähnt, zahlreiche oftmals auch kleinere Kommunal- und Fabrikzentralen neu angeschlossen wurden (die mittlere Leistung eines Überlandwerkes stieg in der gleichen Zeit von 33 700 kW auf 67 000 kW).

Hand in Hand mit dieser Entwicklung ging eine Vergrößerung der Leistung des Maschinensatzes vor sich. Noch 1928 entfielen etwa 70 % der installierten Leistung russischer Überlandwerke auf Aggregate bis zu 10 000 kW, 20 % auf solche mit einer Leistung von 10 000 bis 25 000 kW und nur die restlichen 10 % auf größere Maschinensätze. Ende 1932 stellten sich die entsprechenden Anteile auf 20 %, 45 % und 35 %. Gleichzeitig mit dieser Steigerung der Aggregatleistung macht sich in der UdSSR. die Tendenz bemerkbar, auch die Leistung der Kessel durch Verwendung größerer Heizflächen und höherer Dampfdrücke zu steigern. In den neueren Werken werden jetzt meistens Kessel mit einer Heizfläche von 1250 bis 1500 m² verwendet. Auf den Überlandwerken Dubrowka bei Leningrad und Bobriki bei Tula werden z. Z. Kessel mit einer Heizfläche von 2500 m² aufgestellt, während die größten Kessel in der UdSSR. und zugleich auch in Europa mit einer Heizfläche von 3100 m² im vorigen Jahre auf dem Überlandwerk Kaschira aufgestellt wurden. Nach dem verwendeten Dampfdruck kann man die Überlandwerke der UdSSR. wie folgt einteilen:

Zahlentafel 3.

Dampfdruck	Anteil einzelner Kesselgruppen in % der gesamten Kesselheizfläche			
	1913	1920	1928	1932
bis 12 at . . .	15,0	14,0	3,0	—
13···18 at . . .	85,0	86,0	85,0	40,0
18···30 at . . .	—	—	12,0	35,0
über 30 at . .	—	—	—	25,0

Neuerdings wurden auch einige ausgesprochene Hochdruckanlagen neu errichtet bzw. in Angriff genommen, so z. B. das Fernheizwerk der chemischen Werke in Bereschniki (Dampfdruck 60 at bei 450 ° C) und das Fernheizwerk des Moskauer wärmetechnischen Institutes Moskau III (Dampfdruck 130 at bei 480 ° C). Wie es scheint, bereitet der Betrieb dieser Anlagen noch einige Schwierigkeiten.

Eine weitere bemerkenswerte Erscheinung in den neuesten Werken der UdSSR. ist die Verbindung der Energieerzeugung mit der Fernheizung zwecks besserer Ausnutzung der Kohle. Die kombinierten Fernheiz- und Kraftwerke hatten Ende 1932 eine Gesamtleistung von 508 100 kW; 15 Fernheizwerke mit insgesamt 246 500 kW (etwa 47 %) sind an regionale Sammelschienen angeschlossen, während die restlichen Anlagen selbständige Fabrikwerke darstellen. Im Bau befinden sich z. Z. Fernheizwerke mit einer Gesamtleistung von 934 500 kW, was mit den schon im Betrieb befindlichen Werken eine Leistung von 1 442 600 kW ergeben wird. Die Länge der Fernheizleitungen betrug 1932 130 km, wobei das Leningrader Fernheiznetz mit 25,5 km den ersten Platz einnimmt.

Auch abgesehen von der kombinierten Wärme- und Energieerzeugung ist es gelungen, durch zahlreiche technische und organisatorische Verbesserungen den Wirkungsgrad der Elektrizitätswerke zu steigern und auch den Brennstoffverbrauch zu vermindern. Auf den an die regionalen Sammelschienen angeschlossenen Werken konnte der Brennstoffverbrauch von 0,90 kg/erzeugte kWh (im Jahre 1928) auf 0,77 kg (Ende 1932) herabgesetzt werden[7]; in der gleichen Zeit konnten auf diesen Werken die Stromverluste in den Leitungen und der Stromverbrauch für den Eigengebrauch der Anlagen von 18 % der gesamten Stromerzeugung auf 16,5 % ermäßigt werden. Viel hat dazu der hohe Ausnutzungskoeffizient der sowjetrussischen Kraftwerke beigetragen, der gegenwärtig für sämtliche Kraftwerke 35,4 % (3100 kWh/kW) und für Überlandwerke sogar 41,9 % (3670 kWh/kW) beträgt — eine Rekordzahl verglichen mit den wesentlich niedrigeren Ausnutzungskoeffizienten der westeuropäischen und nordamerikanischen Kraftwerke. Ermöglicht wurde diese große Ausnutzungsdauer durch die planwirtschaftliche Regulierung des Stromverbrauches, weitgehendste Zentralisierung der Energieerzeugung sowie durch das Zusammenarbeiten der Werke auf umfangreiche gemeinsame Netze.

Wenn auch die Errichtung eines einheitlichen, das ganze Land umfassenden Hochspannungsnetzes noch in weiter Zukunft liegt, sind in den letzten 4 Jahren auf dem Gebiete der Verbindung der einzelnen Werke mit Hochspannungslinien bedeutende Fortschritte erzielt worden (trotz Mangel an Kupfer und Aluminium, die zu den Defizitmaterialien zählen). Während Ende 1928, d. h. zu Beginn des Fünfjahrplanes, nur 3000 km Hochspannungslinien vorhanden waren, ist diese Zahl bis Ende 1932 auf 10 200 km gestiegen, die sich wie folgt verteilen:

1100 km (10,8 %) entfallen auf 22 kV-Leitungen,
3600 „ (35,4 %) „ „ 38 „ „
5300 „ (51,9 %) „ „ 110 „ „
200 „ (1,9 %) „ „ 161 „ „

Das Hochspannungsnetz der Vereinigung Moskauer Elektrizitätswerke (MOSENERGO früher MOGES)[8] verbindet insges. 9 Werke mit einer Totalleistung von mehr als 540 000 kW, es verteilte im Jahre 1932 mehr als 2,4 Mrd. kWh. Die vereinigten Moskauer Werke stehen somit an zweiter Stelle unter allen europäischen Werken, während an erster Stelle bekanntlich die Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerke AG. mit einer Energieerzeugung von 2,5 Mrd kWh steht. Ferner ist es gelungen, in den letzten 4 Jahren ein bedeutendes Hochspannungsnetz im Donez-Kohlenrevier zu errichten, um die Energieversorgung der dortigen Gruben zu rationalisieren[9]. Im Jahre 1928 erzeugten dort die zahlreichen lokalen Zwergwerke rd. 300 Mill kwh (bei einer installierten Leitung von etwa 130000 kW), wobei sie hochwertige Kohle verbrannten. Jetzt liefern die miteinander verbundenen und vorwiegend mit Anthrazitabfall arbeitenden Überlandwerke Sujewka, Schterowka, Donsoda und Schachty mit insgesamt 419 000 kW etwa 75 % der gesamten Energieerzeugung dieses Bezirkes.

Die zahlreichen Werke im Leningrader Gebiet arbeiten ebenfalls auf ein gemeinsames Hochspannungsnetz; demnächst kommt eine Hochspannungsverbindung zwischen den Überlandwerken in Gorjkij (Nishnij-Nowgorod) und Iwanowo-Wosnessensk zum Abschluß, was für die beiden Industriegebiete von außerordentlicher Wichtigkeit ist. Die meisten der obenerwähnten Hochspannungsnetze haben eine Spannung von 110 kV. Das Netz des Dnjepr-Kraftwerkes[10] wird eine Spannung von 161 kV haben; die nördliche Abzweigung bis Dnjepropetrowsk ist bereits in Betrieb. Die höchste Spannung von 220 kV wird die 240 km lange Verbindungslinie zwischen dem im Bau begriffenen Wasserkraftwerk Untere Swir und Leningrad haben, sie wird ebenso wie das Werk selbst im Jahre 1933 dem Betrieb übergeben werden.

Besondere Aufmerksamkeit wird in der UdSSR. der Verbindung der Wasserkraftwerke mit den Wärmekraftwerken gewidmet. Die Verbindung des Dnjepr-Werkes mit den Kohlenwerken des Donezgebietes hat doppelten Wert. Im Winter bei geringer Wasserführung können die Fabriken des Dnjepr-Kombinates beim Bedarf Energie von den Donez-Werken beziehen. Anderseits im Frühjahr während der maximalen Wasserführung im Dnjepr können die Kohlenwerke im Donezgebiet ganz außer Betrieb gesetzt und einer sorgfältigen Revision und Reparatur unterworfen werden. Das Dnjepr-Werk kann während der Stillegung der Kohlenwerke die Stromlieferung ganz übernehmen. Im Leningrader Bezirk hat die Verbindung der Wasserkraftwerke Wolchow und Swir mit den Torfwerken Leningrad V („Roter Oktober") und Dubrowka eine besondere Bedeutung. Die atmosphärischen Verhältnisse wirken auf die Leistung der Torf- und Wasserkraftwerke in entgegengesetzter Richtung. Große Niederschlagsmengen erhöhen die Wasserführung und somit die Energieerzeugung der Wasserkraftwerke, erschweren jedoch die Torfausbeute und vermindern die Leistung der Torfwerke. Starke Trockenheit wirkt umgekehrt. Eine Verbindung der Werke untereinander schafft einen nützlichen Ausgleich. (*Fortsetzung folgt.*)

[7] Als Vergleichsgrundlage benutzt man in der UdSSR. einen Idealbrennstoff mit einem Heizwert von 7000 kcal.

[8] Vgl. ETZ 1929 S. 671 u. 1927 S. 1455.

[9] Vgl. ETZ 1929 S. 707.

[10] Vgl. ETZ 1932 S. 745.

Digitized by Google

Die Fernseh-Schau auf der Jubiläums-Funkausstellung in Berlin 1933*.

Von Georg Kette, Berlin.

Die Deutsche Reichspost hatte in der Fernseh-Sonderschau gemeinsam mit allen an der Entwicklung des Fernsehens beteiligten Firmen Fernsehgeräte ausgestellt und in Betrieb vorgeführt, die die technische Entwicklung des letzten Jahres hervorgebracht hat. Der wesentlichste Fortschritt gegenüber den Vorjahren ist die Verbesserung der Bildgüte der Fernsehbilder, die durch weitere Erhöhung der Zeilenzahl erreicht wurde. Die Entwicklung ging bekanntlich vom 30-Zeilen-Bild mit 1200 Bildpunkten über das 48- und 60zeilige Bild zum 90-Zeilen-Bild mit 10 000 Bildelementen, das im vergangenen Jahr zum erstenmal gezeigt wurde. Auch die

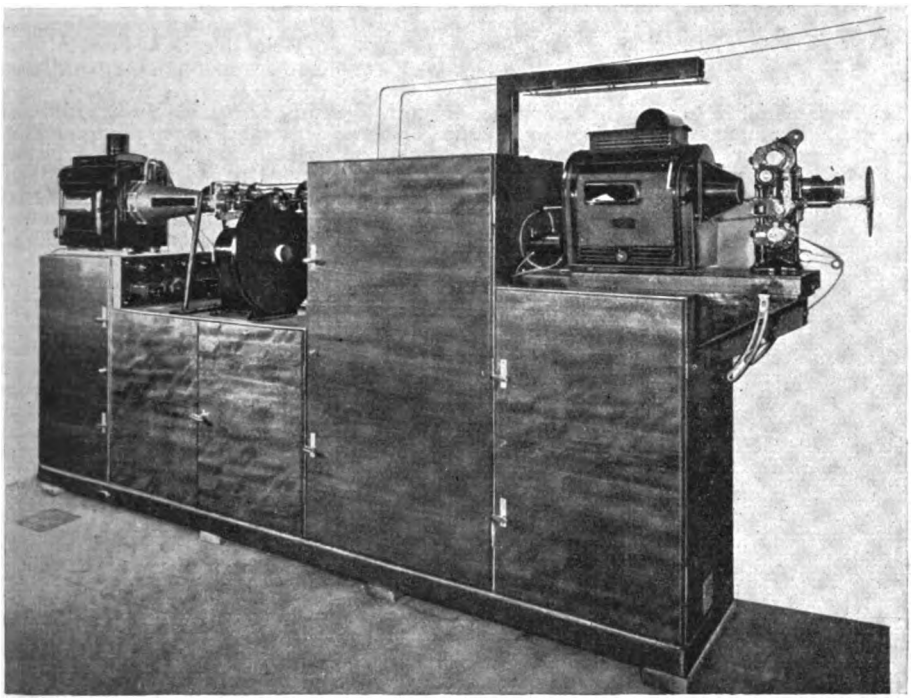


Abb. 1. Fernseh-Großprojektions-Empfänger der Fernseh AG. nach dem kontinuierlichen Zwischenfilmverfahren.

Zahl der innerhalb einer Sekunde übertragenen Bilder erfuhr eine rasche Steigerung und wurde von anfänglich 12,5 auf 25 Bilder erhöht, um das störende Bildflimmern zu vermeiden.

Inzwischen ist es gelungen, die Zeilenzahl von 90 auf 180 zu erhöhen. Das bedeutet eine Steigerung der Bildpunktzahl von 10 000 auf 40 000 und eine Verbreiterung des zu übertragenden Frequenzbandes von 125 000 auf 500 000 Hertz. Zur drahtlosen Übertragung derartig hoher Modulationsfrequenzen kommt nur noch die Ultrakurzwelle in Betracht.

Bei den 180zeiligen Bildern konnte man feststellen, daß jede beliebige Szene, die sich im Film darstellen läßt, also z. B. normale Spielfilme und Wochenschauen, gut erkennbar im Fernsehempfänger wiedergegeben werden kann. Helligkeit und Klarheit der Bilder und vor allen Dingen ihr Detailreichtum waren recht befriedigend.

Der größte Teil der vorgeführten Apparate benutzte als Empfangsorgan die Braunsche Röhre zur Sichtbarmachung des übertragenen Bildes, da die Vervollkommnung der Braunschen Röhre für Fernsehzwecke gerade im Laufe des letzten Jahres sehr große Fortschritte gemacht hat. Daneben wurden auch Empfänger gezeigt, die mit mechanischen Bildzusammensetzern arbeiten, wie sie in der Spiegelschraube und dem Spiegelrad gegeben sind. Im folgenden soll nun ein kurzer Überblick über die vom Reichspostzentralamt und den beteiligten Firmen ausgestellten und vorgeführten Fernsehgeräte gegeben werden[1].

* Bericht über andere Teile der Funkausstellung: ETZ 1933, S. 1085.

[1] Über technische Einzelheiten s. Bericht des Verf. in „Fernsehen und Tonfilm" 1933, S. 53.

Reichspostzentralamt.

Das Reichspostzentralamt hatte drei Fernsehempfänger mit Braunschen Röhren ausgestellt. Eine Apparatur diente zum drahtlosen Empfang der Ultrakurzwellen-Fernsehsendungen, bei denen 90zeilige Bilder mit 10 000 Bildpunkten und 25 Bildern/s übertragen wurden. Die Fernseh-Sendeeinrichtung für die Übertragung von Tonfilmen ist im Hause des Rundfunks in der Masurenallee aufgestellt. Von hier aus wird der Ultrakurzwellensender über ein 750 m langes Hochfrequenzkabel mit den Bildimpulsen moduliert. Die Tonübertragung erfolgte in Ermangelung eines zweiten Senders gleichzeitig über eine Leitung zur Ausstellungshalle.

Auf den beiden anderen Empfängern wurden 180zeilige Bilder mit 40 000 Bildpunkten und 25 Bildern/sec unter gleichzeitiger Tonübertragung vorgeführt. Diese Sendungen erfolgten von zwei Fernkino-Sendeanlagen, die in Filmkabinen hinter dem Vorführungsraum aufgestellt waren, über Drahtleitungen. Die Sender unterschieden sich in ihrem Aufbau durch die Art der verwendeten Verstärker. Die Bildgröße auf den Fluoreszenzschirmen der Braunschen Röhren betrug etwa 10 · 12 cm bei der kleineren und 13 · 16 cm bei der großen Röhre, die einen Kolbenbodendurchmesser von 33 cm aufwies. Die Verstärker sowie die Braunschen Röhren wurden sämtlich im Fernsehlaboratorium des RPZ entwickelt und hergestellt.

Fernseh AG.

Neben der Vorführung von 180zeiligen Bildern in einem Braunschen Röhrenempfänger, bei dem zum erstenmal eine von der Fernseh AG. entwickelte Hochvakuumröhre benutzt wurde, führte die Fernseh AG. einen Lichtstrahl-Abtastsender für 90 Zeilen (6000 Bildpunkte, Hochformat 3 : 4) zum unmittelbaren Fernsehen von Personen in Betrieb vor. Die fernzusehende Person saß in einer Kabine, deren Innenwandung mit einem weißen Spezial-Lackanstrich versehen war, um die Lichtausbeute zu erhöhen und störende Schatten zu vermeiden. Zur Umwandlung der Helligkeitswerte in Strom wurden zwei hochempfindliche Photozellen mit einer lichtempfindlichen Oberfläche von je 450 cm² verwendet. Das fernübertragene Bild wurde auf einem Spiegelschrauben-Empfänger mit Natriumleuchte als Lichtquelle wiedergegeben, bei dem eine Hohlspiegelschraube benutzt wurde.

Zur Erzielung von großen und lichtstarken Projektionsbildern mit Hilfe des Fernsehempfängers wurde von der Fernseh AG. ein Fernseh-Großprojektions-Empfänger (Abb. 1) gebaut, der nach dem von ihr entwickelten kontinuierlichen Zwischenfilmverfahren für 120 oder 180 Zeilen arbeitet. Obwohl die Entwicklung hinsichtlich der Bildgüte bei weitem noch nicht abgeschlossen war, erfolgte die Vorführung, um die Verwendungsmöglichkeiten des Fernsehens auch in großen Räumen und Theatern zu zeigen. Diese Einrichtung liefert Bilder von der Größe, wie man sie von den Kinotheatern her gewöhnt ist, und weist besonders für den Techniker recht viele interessante Einzelheiten auf. Eine endlose Blankfilmschleife wird in einem Emulsionierungsgerät mit lichtempfindlicher Schicht versehen und anschließend getrocknet. Aus dem Trockenkanal läuft der Film durch ein Bildfenster, in welchem die Aufzeichnung des empfangenen Fernsehbildes als Negativ mittels einer konzentrischen Lochscheibe und einer in der Helligkeit

Digitized by Google

modulierten Lichtquelle (Kerrzelle) sowie einer entsprechenden Optik erfolgt. Dieser Aufzeichnungsvorgang des Fernsehbildes ist um so bemerkenswerter, als zur Aufzeichnung eines Bildpunktes die außerordentlich kurze Zeit von nur einer milliontel Sekunde zur Verfügung steht. Der belichtete Film wird unmittelbar anschließend entwickelt, fixiert und gewässert und gelangt dann noch naß in einen Spezial-Kinoprojektor, durch den das Bild als positives Bild an die Wand projiziert wird. Nach Durchlaufen des Projektors wird die Bildschicht von dem Film entfernt und der Blankfilm aufs neue emulsioniert, worauf der Kreislauf wieder in der vorbeschriebenen Weise beginnt. Das Großprojektionsbild erscheint etwa 35 s nach Empfang des Fernsehbildes. Diese Einrichtung hat den Vorteil, daß sie stundenlang in Betrieb gehalten werden kann, ohne daß erhebliche Kosten für den Filmverbrauch entstehen. Die Sendungen für den Großprojektionsempfänger erfolgten von einem Tonfernkino-Sender, der neben der Empfangseinrichtung in einem besonderen Raum in der Mitte der Fernsehabteilung aufgestellt war, so daß die Besucher die in Betrieb befindlichen Geräte betrachten konnten.

Telefunken.

In den Fernsehempfängern von Telefunken findet ausschließlich die Braunsche Röhre Verwendung, die vollständig aus dem Wechselstromnetz betrieben wird. Auch hier wurden 180zeilige Bilder von einem normalen Tonfernkino-Sender übertragen. Der ausgestellte große Fernsehempfänger in Schrankform (Abb. 2) enthielt außer der Braunschen Röhre den Ultrakurzwellen-Bild- und Tonempfänger mit Lautsprecher, ferner die Netzgeräte zum Betrieb der Braunschen Röhre einschl. der Kippgeräte.

Abb. 2. Großer Telefunken-Fernsehempfänger mit Braunscher Röhre.

Abb. 3. 90zeilige Spiegelschraube der Tekade mit Antriebsmotor.

In Gemeinschaft mit Prof. Karolus, Leipzig, und der I.-G. Farbenindustrie AG. hatte Telefunken einen Zwischenfilmsender entwickelt, da es heute noch Schwierigkeiten bereitet, größere Szenen mit Hilfe des Fernsehens direkt zu übertragen. Das Verfahren besteht in der Zwischenschaltung des Films zur Aufnahme der gewünschten Szene; der Film wird nach erfolgter Belichtung innerhalb weniger Sekunden entwickelt und dann noch feucht durch einen normalen Fernkinosender geschickt. Die Wiedergabe erfolgte mit einem Projektionsempfänger mit Spiegelrad und Kerroptik auf einem etwa 1 m² großen Schirm. Für die gleichzeitige Tonübermittlung wurde eine Schallplatte aufgenommen, die zur Erzielung der Übereinstimmung von Ton und Bild mit entsprechender Verzögerung abgespielt wurde. Es wurden 96zeilige Bilder nach der von Karolus entwickelten 4-Kanal-Methode übertragen, bei der gleichzeitig vier getrennte Übertragungswege benutzt werden. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, daß das Spiegelrad nur den vierten Teil der bei der Einkanalmethode erforderlichen Spiegelzahl, im vorliegenden Fall also 24 Spiegel. besitzt; in elektrischer Hinsicht ist nur ein Viertel des sonst benötigten Frequenzbandes in jedem Kanal zu übertragen.

Tekade, Nürnberg (Süddeutsche Telephon-Apparate-, Kabel- und Drahtwerke AG.).

Die Tekade benutzt in ihren Fernsehempfängern die Spiegelschraube (Abb. 3) als Bildzusammensetzer; als Lichtquelle dient eine Plattenglimmlampe, die von den ankommenden Bildströmen gesteuert wird. Die Spiegelschraube hat gegenüber allen anderen mechanischen Bildzerlegereinrichtungen den Vorteil des kleinsten Raumbedarfes auch bei hohen Zeilenzahlen. Sie liefert durch die visuelle Betrachtung und infolge ihrer hohen Lichtausbeute schon mit einer kleinen Glimmlampe verhältnismäßig helle Bilder. Der große Betrachtungswinkel ermöglicht auch einer größeren Anzahl von Personen gleichzeitig von jeder Richtung gut sichtbare Bilder.

Mit den ausgestellten 90zeiligen Spiegelschrauben-Fernsehempfängern wurden der drahtlose Empfang der Ultrakurzwellensendungen und Filmübertragungen von einem eigenen Fernkinosender vorgeführt. Die Bildgröße betrug je nach der Höhe der verwendeten Spiegelschraube 15 bzw. 30 cm ohne Anwendung einer optischen Vergrößerung.

Erwähnt sei noch das im Fernsehlaboratorium der Tekade auf Grund neuerer Untersuchungen über elektrooptische Erscheinungen an Kristallen entwickelte Lichtrelais, bei dem ein ähnlicher Effekt wie bei der Anwendung der Kerrzelle als Lichtrelais auftritt. Hierbei wird ein Plättchen aus Zinkblende zwischen zwei gekreuzten Nicolschen Prismen zur Steuerung des von einer Lichtquelle ausgehenden Lichtstrahls benutzt.

Radio AG. D. S. Loewe.

Auf dem Stand der Radio AG. D. S. Loewe wurden ebenfalls 180zeilige Bilder mit einem Braunschen Röhrenempfänger vorgeführt, die von einem eigenen Fernkinosender über Drahtleitung übertragen wurden. Der als Tischmodell ausgebildete Fernsehempfänger enthält die Netzgeräte für den Betrieb der Braunschen Röhre einschl. der Zusatzapparate, wie Kippgeräte und Ultrakurzwellen-Empfänger. Im oberen Teil des Gehäuses befindet sich die Braunsche Röhre, im unteren Teil der Lautsprecher für die Tonwiedergabe. Die Bildgröße auf dem Fluoreszenzschirm betrug etwa 14 · 18 cm. Die Tönung des Bildes war gelblich-weiß und wirkte daher auf das Auge recht angenehm.

Mihaly-Fernseh-Apparate G. m. b. H.

Denes v. Mihaly, der sich schon seit langen Jahren mit dem Fernsehproblem beschäftigt, führte einen neuen Fernsehempfänger vor, bei dem man von dem Prinzip ausging, die bewegliche Masse auf ein Mindestmaß zu beschränken, um die Möglichkeit der Synchronisierung durch die Zeilenfrequenz des Bildstromes zu erhalten. Es wurde dazu eine Art Weillersches Spiegelrad gewählt, bei dem aber der Spiegelkranz feststeht und der Lichtstrahl durch einen zusätzlichen planparallelen Drehspiegel über die einzelnen Spiegel des Spiegelkranzes bewegt wird. Die rotierende Masse ist so klein, daß als Antriebsmotor für den Drehspiegel ein etwas umgebauter Motor verwendet wird, wie er in den elektrischen Uhren eingebaut ist. Als Lichtquelle findet eine Punktlicht-Glimmlampe mit Glühkathode Verwendung. Die Bilder in der Größe von 9 · 12 cm wurden durch Aufprojektion auf einen Silberschirm sichtbar gemacht. Ein langsam laufendes Vorführmodell zeigte die Wirkungsweise des neuen Bildzerlegers.

Mit dem als Truhe oder Chassis ausgeführten Gerät, das auch den Ultrakurzwellen-Empfänger enthält, wurden die drahtlos empfangenen Fernsehsendungen des Ultrakurzwellen-Senders (90 Zeilen) vorgeführt.

Laboratorium Manfred von Ardenne.

M. von Ardenne, der seinerzeit als erster das Fernsehen mit Kathodenstrahlröhren praktisch verwirklichte, zeigte auf seinem Stand neue Braunsche Röhren, die eine gesteigerte Lichtausbeute liefern. Die Hauptmerkmale der neuen Röhren sind: schräggestellte Fluoreszenzschirme für Aufsichtbetrachtung, entzerrendes Ablenksystem zur Aufhebung des durch die Schirmschrägstellung gegebenen Aufzeichnungsfehlers und die unmittelbare Ableitung der Elektronen am Schirm. Durch die hohe Lichtausbeute der neuen Kathodenstrahlröhren ist ferner die Möglichkeit gegeben, mit einfachen Mitteln

Digitized by Google

eine Projektion von Braunschen Röhrenbildern auf Flächen bis zu ¼ m² Inhalt durchzuführen. Das sind Formate, die für einen kommenden Heim-Fernsehempfang durchaus genügen dürften.

Ferner wurde eine Sendeeinrichtung für ein neues Fernsehverfahren in Betrieb vorgeführt. Es handelt sich hier um einen Kathodenstrahlsender für das sogenannte System der Liniensteuerung nach R. Thun. Während bei den üblichen Fernsehsystemen die Bildsynthese dadurch zustandekommt, daß ein mit konstanter Geschwindigkeit das Bildfeld überstreichender Leuchtfleck in seiner Intensität beeinflußt wird, entsteht bei dem Liniensteuerungsverfahren das Bild dadurch, daß ein Leuchtfleck konstanter Helligkeit mit gesteuerter Geschwindigkeit das Bildfeld überfährt.

Heinrich-Hertz-Institut.

Das Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung beteiligte sich ebenfalls an der Fernsehschau durch Vorführung eines Spiegelschraubenempfängers (Tekade), der mit einer im HHI entwickelten Kapillarleuchte als Lichtquelle arbeitete. Die hiermit erzielte Bildhelligkeit war auch für einen weiten Betrachtungsabstand ausreichend. Es wurden der drahtlose Empfang der Ultrakurzwellen-Fernsehsendungen und unmittelbare Kurzschlußübertragungen von dem Fernkinosender der Tekade als 90zeilige Bilder gezeigt.

Aus der Fülle dieser Fernsehvorführungen gewann man den Eindruck, daß das Fernsehen schon recht weit vorgeschritten ist und daß der Zeitpunkt für eine allgemeine Einführung vielleicht nicht mehr fern liegt.

Messung der mittleren Temperaturen der Läuferwicklungen von Turbo-Synchronmaschinen während des Betriebes.

Von Dr.-Ing. **Paul Neumann**, Berlin.

Übersicht. Im nachstehenden wird ein Meßgerät beschrieben, das während des Betriebes gestattet, die mittlere Temperatur der Läuferwicklung selbst bei den unruhigsten Belastungsverhältnissen zu messen.

Die Temperatur der Läuferwicklungen wird z. Z. bei neueren Turbogeneratoren infolge der hohen Baustoffausnutzung bis an die äußerste Grenze der zulässigen Werte getrieben. Mit zunehmenden Leistungen der Turbogeneratoren, insbesondere derer, die mit 3000 U/min laufen, stieg daher das Bedürfnis nach einer für die Praxis brauchbaren Einrichtung zur Messung der mittleren Temperatur der Läuferwicklung während des Betriebes.

Die mittlere Temperatur t_{warm} der Läuferwicklung aus Cu läßt sich aus der Widerstandszunahme berechnen

$$t_{warm} = \frac{R_{warm}}{R_{kalt}} (235 + t_{kalt}) - 235 \text{ in } ^\circ\text{C},$$

wenn die ohmschen Widerstände der Läuferwicklung

R_{warm} im betriebswarmen Zustand und

R_{kalt} im kalten Zustand bei der Temperatur t_{kalt}

in ° C bekannt sind. Nach obiger Gleichung ist t_{warm} proportional R_{warm}. Das Temperaturmeßgerät kann demzufolge ein Ohmmeter sein, dessen Skala in ° C geeicht wird. Als Ohmmeter eignen sich für diese Zwecke am besten Kreuzspulinstrumente, die den Quotienten aus Spannung und Strom anzeigen. Für exakte Messungen müssen die Spannungen den Wert $U_R = IR$ und der Strom den Wert I haben. Der Strom I läßt sich nach Abb. 1 in einfacher Weise bei Benutzung eines temperaturunabhängigen Nebenwiderstandes R_0 formgetreu und in einem bestimmten Verhältnis als Stromwert $i_a = \frac{1}{c_a} I$ der Stromspule a des Kreuzspulinstrumentes zuführen. Schwierigkeiten ergeben sich bei der Spannung, da die leicht abgreifbare Läuferschleifringspannung nicht dem Wert $U_R = IR$ entspricht.

Große Generatoren, die Netze mit schwankender Belastung speisen, sind durchweg mit selbsttätigen Spannungsregeleinrichtungen ausgestattet, die von Schnellreglern gesteuert werden. Zweck dieser bekannten Einrichtungen ist, bei Belastungszunahmen sehr schnell die Schleifringspannungen U der Generatorläufer um beträchtliche Werte zu erhöhen, damit die Läuferströme rasch ansteigen und sich die durch die Belastungszunahme gesunkenen Maschinenspannungen kurzzeitig wieder auf den Sollwert einstellen. Der zeitliche Verlauf der Schleifringspannung U kann unter Verwendung der in Abb. 1 eingeführten Bezeichnungen ausgedrückt werden durch die Gleichung

$$U = IR + L\frac{dI}{dt} = U_R + L\frac{dI}{dt}. \qquad (a)$$

Hieraus ist eindeutig ersichtlich, daß das Meßresultat gefälscht wird, wenn bei der Widerstandsmessung die Läuferschleifringspannung U an die Spannungspule b des Kreuzspulinstrumentes gelegt wird. Dies ist auch der Grund, warum bisher alle Temperaturmeßeinrichtungen nach diesem Prinzip gescheitert sind.

Ein Stromwert i_b, der der Spannung U_R proportional ist, läßt sich aber nach der Schaltung Abb. 1 ohne große Mühe gewinnen. An die Schleifringe S_1 und S_2 ist über die Hilfsbürsten h ein induktionsfreier Spannungsteiler angeschlossen, der sich aus den Teilwiderständen r_1 und

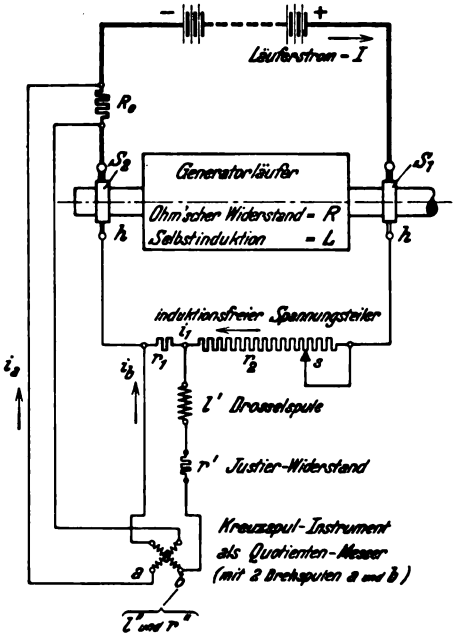


Abb. 1. Schaltung zur Temperaturbestimmung.

r_2 zusammensetzt. An dem Teilwiderstand r_1 liegt über die Selbstinduktion l' und den Justierwiderstand r' die Spannungspule b des Kreuzspulinstrumentes mit der Selbstinduktion l'' und dem ohmschen Widerstand r''. Ist nach Konstruktion der Strom i_b im Spannungsmeßkreis sehr klein gegenüber dem Strom i_1, der durch den Spannungsteiler fließt, so gilt

$$U = i_1 (r_1 + r_2) = u_1 + u_2 \qquad (b)$$

$$u_1 = i_b (r' + r'') + (l' + l'') \frac{di_b}{dt}. \qquad (c)$$

Erfolgt nun die Abgleichung in dem Sinne, daß

$$\left.\begin{aligned} U &= c_b\, u_1 \\ IR &= c_b\, i_b (r' + r'') \\ I &= c_b \frac{r' + r''}{R} i_b \end{aligned}\right\} \qquad (d)$$

Digitized by Google

werden, wobei c_b eine ganzzahlige Konstante ist, so wird nach Einführung dieser Werte in die Gleichung (a)

$$c_b\, u_1 = c_b\, i_b\,(r' + r'') + c_b\,\frac{L}{R}\,(r' + r'')\,\frac{\mathrm{d}\,i_b}{\mathrm{d}\,t}. \qquad \text{(e)}$$

Die Gleichung (e) ist aber mit der Gleichung (c) nur dann identisch, wenn die Selbstinduktion im Stromkreis der Spannungspule b des Kreuzspulinstrumentes beträgt

$$l' + l'' = \frac{L}{R}\,(r' + r'') = T\,(r' + r'').$$

Hierin sind T die Zeitkonstante der Läuferwicklung und l'' ein Festwert der Spannungspule b, also muß l' nach nachstehender Gleichung bemessen werden:

$$l' = T\,(r' + r'') - l'' \text{ in Henry.}$$

Der Wert l' wird klein, wenn die ohmschen Widerstände r' und r'' so klein wie nur möglich gemacht werden. Für die Selbstinduktion l' wird aus meßtechnischen Gründen eine Drosselspule genommen, an der die feinere Abgleichung und Einstellung durch Veränderung des Luftspaltes erfolgen kann. Da ferner $r' + r'' = r$ temperaturunabhängige Widerstände sind, so ergibt sich nach Gleichung (d)

$$i_b = \frac{1}{c_b\, r}\, I\, R = \frac{1}{c_b\, r}\, U_R$$

und schließlich für den Quotienten aus den den Drehspulen des Kreuzspulinstrumentes zugeführten Strömen

$$\frac{i_b}{i_a} = \frac{c_a}{c_b\, r}\,\frac{U_R}{I} = \text{prop.}\,\frac{U_R}{I} = \text{prop.}\, R_{\text{warm}}.$$

Eine Fälschung des Meßergebnisses infolge der Selbstinduktion der Läuferwicklung ist somit auch bei schnellen Änderungen des Läuferstromes nicht mehr möglich. Der Gleitkontakt s an dem Teilwiderstand r_2 des Spannungsteilers dient zur genauen Abgleichung des Kreuzspulinstrumentes und zur näherungsweisen Kompensation des Spannungsabfalls unter den Hilfsbürsten h. Der Vorteil der gewählten Schaltung liegt darin, daß für die am Spannungsteiler abgegriffene kleine Spannung u_1 die Selbstinduktion in dem Stromkreis der Spannungsspule b bei kleinstem r sehr klein ausfällt. Dadurch werden die Kosten für die Meßeinrichtung wesentlich verringert.

Die richtige Auslegung der Meßanordnung setzt die Kenntnis der Zeitkonstanten der Läuferwicklung voraus. Diese Konstante wird am besten aus einer experimentell aufgenommenen Einschaltkurve Abb. 2 ermittelt. Die Aufnahme dieser Kurve sollte zweckmäßig unmittelbar nach Stillsetzung der Maschine im betriebswarmen Zustand der Läuferwicklung erfolgen. Die Zeitkonstante T wird dann graphisch nach der in Abb. 2 angegebenen bekannten Konstruktion bestimmt.

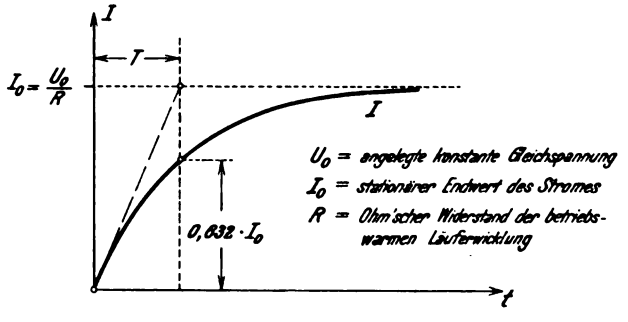


Abb. 2. Einschaltkurve.

Eine in dieser Weise geschaltete Meßapparatur war versuchsweise an einer mit BBC-Spannungschnellregler gesteuerten größeren Turbo-Synchronmaschine im Kraftwerk Zschornewitz der Elektrowerke AG. eingebaut. Zur Abnahme der Läuferschleifring-Spannung dienten als Hilfsbürsten h zwei der stromführenden Kohlen-Hauptbürsten, die gegen die übrigen isoliert waren. Infolgedessen besaßen für den abgenommenen Strom, den der Spannungsteiler verbrauchte, die Hilfsbürsten relativ große, gut eingelaufene Flächen, die während des Betriebes bei gleichbleibendem Anpressungsdruck nahezu erschütterungsfrei auf den Schleifringen auflagen. Dies hatte zur Folge, daß bei den verschieden großen Schleifringspannungen, bedingt durch die veränderlichen Generatorbelastungen, die Stromdichten unter den Hilfsbürsten sehr klein blieben und die Temperatur wegen der kleinen Stromdichten nur einen geringfügigen Einfluß hatte. Dadurch wurden die Übergangspannungen an den Hilfsbürsten auf sehr kleine Werte herabgedrückt, die noch näherungsweise durch den Schieber s an dem Spannungsteiler kompensiert werden konnten. Die Apparatur hat bei einwandfreien Meßergebnissen ihre Brauchbarkeit erwiesen. Bei Spannungsregelvorgängen ergaben sich keine Pendelungen des Instrumentenzeigers im Takt der Kontaktgabe des Schnellreglers, so daß stets ein eindeutiger Temperaturwert ablesbar war. Die Temperaturskala für das Meßgerät war für 40 ··· 140 ° C vorgesehen. Temperaturwerte unterhalb 40 ··· 50 ° C interessieren weniger, da durch diese Temperaturen die Läuferwicklungen nicht gefährdet werden. Außerdem sei noch bemerkt, daß das Kreuzspulinstrument in einem Fallbügelschreiber zur Registrierung der Temperaturwerte verwendet werden kann.

Die Versuchsapparatur wurde auf Grund vorstehender Vorschläge von der Firma Siemens & Halske AG. den Elektrowerken AG. zur Verfügung gestellt. Für das freundliche Entgegenkommen sei an dieser Stelle vorgenannter Firma nochmals bestens gedankt.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 342.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden dem System $\boxed{156}$ folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht.

Zusatz zu System $\boxed{156}$, die Formen Wki, Wki 2 und Wki 3, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Elektrizitätszählerfabrik **Mierisch & Co. G. m. b. H.** in Berlin.

Berlin-Charlottenburg, den 24. August 1933.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Stark.

Beschreibung.

Zusatz zu System $\boxed{156}$,

die Formen Wki, Wki 2 und Wki 3, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Elektrizitätszählerfabrik Mierisch & Co. G. m. b. H. in Berlin.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 323 vom 18. VIII. 1932 (ETZ 1933, Heft 5) zur Beglaubigung zugelassenen Wechselstromzähler der Formen Wki, Wki 2 und Wki 3 des Systems $\boxed{156}$ werden auch in einer geänderten Ausführung hergestellt und können in dieser Ausführung für die gleichen Meßbereiche wie die bisher zugelassenen Zähler beglaubigt werden. Die Änderung besteht darin, daß zur Kompensation der Reibung anstelle des bisher verwendeten am Spannungseisen drehbar angebrachten Hebels eine im Spannungseisen sitzende Regulierschraube dient.

[1] Reichsministerialblatt 1933, S. 434.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Eine sprechende Uhr. — Während in Deutschland seit dem 1. III. 1932 der Zeitdienst durch den Fortfall der Rundfunkübertragung des Nauener Zeitsignals erheblich verschlechtert worden ist, da das Gongsignal der Zeitansage durch die Rundfunkansager völlig unzulänglich ist und Fehler von mehreren Sekunden, außerdem falsche Minutenansagen vorkommen, wird in den beiden anderen europäischen Ländern, die eine Uhrenindustrie haben, in der Schweiz und in Frankreich, der öffentliche Zeitdienst ständig weiter ausgebaut. Außer den zahlreichen und gegenüber den deutschen Übertragungen, vor allem des Deutschlandsenders, unbedingt zuverlässigen drahtlosen Signalen der französischen Sender hat man jetzt in Paris

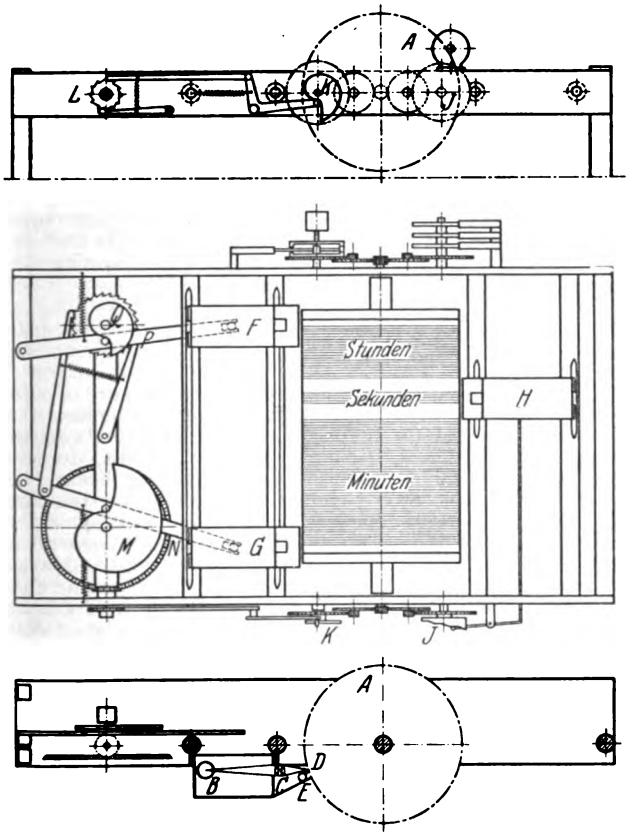


Abb. 1. Schema der „sprechenden" Uhr am Pariser Observatorium.

am Observatorium Vorrichtungen für einen ununterbrochenen und ganz selbsttätigen telephonischen Zeitdienst geschaffen. Um dem Laienpublikum diese Zeitaufnahme leicht verständlich zu machen, hat man die von der üblichen telephonischen und Rundfunkansage bekannte Methode der mündlichen Ansage für Stunden, Minuten und je 10 s beibehalten, gibt dann aber die genaue Zeit durch drei scharfe tönende Punktzeichen zum Schluß der Ansage. Durch die Automatisierung ist die Genauigkeit praktisch vollkommen, da alle persönlichen Fehler der Beobachtung und der Ansage ausschalten. Auf die Frage, ob sich eine solche Vorrichtung rentiert, braucht in Frankreich offenbar nicht so Rücksicht genommen zu werden wie bei uns.

Vom technischen Standpunkt ist die „sprechende" Uhr besonders interessant, da sie mit neuen Mitteln ein altes, schon einmal durchgearbeitetes Problem löst. Für die selbsttätige Wiedergabe der mündlichen Zeitansage werden die von der Tonfilmtechnik bekannten Wege benutzt. Abb. 1 zeigt das Schema des Apparates. Auf dem mit *A* bezeichneten Aluminiumzylinder, der durch einen von einer astronomischen Uhr synchronisierten Motor in 2 s einmal gedreht wird und ständig in Betrieb ist, befindet sich ein mit 90 verschiedenen mündlichen Ansagen besprochener Film. Von den 90 Ansagen entfallen 24 auf die Stunden, 60 auf die Minuten und 6 auf die Sekunden, d. h. es wird die 10te, die 20te Sekunde usw. angesagt. Auf den Film wird durch ein Objektiv (*C* in Abb. 1) ein feines Bild des Glühfadens einer Glühlampe geworfen. Der größte Teil des von dem Film zurückgeworfenen Lichtes wird durch die Photozelle *E* aufgenommen, deren Strom also entsprechend der Modulation der Sprache des betreffenden Filmteils sich ändert. Es sind drei derartige Tonwiedergabe-Apparate vorhanden, bestehend aus je einer Projektionslampe, einem Objektiv, einer Photozelle und einer Verstärkerlampe. Diese in der Abbildung schematisch wiedergegebenen und mit *F*, *G* und *H* bezeichneten Apparate werden beim Anruf eines Fernsprechteilnehmers nacheinander eingeschaltet, worauf der Teilnehmer in seinem Hörer die gesprochenen Zeitansagen hört, die der Stellung der Apparate und damit der genauen Zeit entsprechen.

Die einzelnen Apparate sind auf Schienen parallel zum Filmzylinder verschiebbar. Die Steuerung erfolgt durch Kurvenscheiben und Hebel wie folgt. Über eine Räderübersetzung treibt die Zylinderachse die Kurvenscheibe *J* (Abb. 1, oberste Skizze) mit 1 U/min. Von dieser Kurvenscheibe wird über einen Hebel und eine Kurbelstange der Apparat für die Sekundenansage *H* (Abb. 1, mittlere Skizze, rechts) seitlich verschoben. Eine zweite Kurvenscheibe *K* in Staffelform wird über eine zweite Räderübersetzung ebenfalls einmal in der Minute umgedreht. Sie hebt einen Klinkenhebel, der das Klinkenrad *L* jede Minute um einen Zahn weiterschaltet, wodurch die Minutenscheibe *M* um $^1/_{60}$ gedreht wird. Der von *M* gesteuerte Hebel *N* verschiebt dann den Minutenansager *G* um die Länge eines Filmelementes am Ende jeder Minute. Infolge der Staffelform der Scheibe *M* kommt der Hebel *N* unter Federkraft alle Stunden in seine Anfangstellung zurück. Durch diese Rückbewegung wird über eine Klinkenübertragung die Stundenscheibe um $^1/_{24}$ Umdrehung weitergeschaltet und dann durch den Hebel *P* der Stundenapparat verschoben. Diese mechanischen Organe dienen nur zum genauen Einstellen der Apparate auf die zur Zeit gehörige Stellung des Films; die eigentliche sekundengenaue Einschaltung erfolgt durch einen von der astronomischen Uhr synchronisierten Kontaktschalter. Die Punktzeichen der 58. und 59. Sekunde werden vom Film aus gegeben, der genaue Schlußpunkt dagegen vom Synchronisationsregler, also auf Bruchteile der Sekunde genau. Der Motor wird durch eine starke, ständig geladene Akkumulatorenbatterie gespeist. Über die Synchronisationsvorrichtungen und auch über die Betriebserfahrungen hinsichtlich der Störungsfreiheit werden keine Angaben gemacht. (P. Nimier, Rev. gén. Électr. Bd. 32, S. 315.) *Blz.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Neue Akkumulator-Triebwagen für Straßen- und Kleinbahnen. — Die 3 Fahrzeuge (der gleichen Ausführung) wurden von der Compagnie générale des Tramways Piémontais-Saluzzo (Italien) auf der Strecke Torino—Saluzzo in Betrieb genommen, wo der Verkehr mit Dampflokomotiven wegen des Wettbewerbs der Autobusse dringend einer Verbesserung bedurfte. Da die Elektrisierung der Strecke mit Fahrdraht-Stromzuführung zu teuer wurde und durch den tatsächlichen Umfang des Verkehrs nicht gerechtfertigt erschien, so wählte man Akkumulator-Triebwagen und stellte dabei die Forderung, daß dieselben mit 3 Anhängern sowohl für die Strecke Torino—Saluzzo von etwa 54 km Länge mit 2 km langen Steigungen von 19 ‰ als auch für andere Strecken derselben Gesellschaft mit 25 und 34 ‰ Steigungen ausreichten. Die Fahrzeuge wurden von Brown, Boveri geliefert. Sie haben

eine Länge zwischen den Puffern von	13,8	m
„ „ des Wagenkastens von	13,0	„
„ größte Breite von	2,3	„
„ Höhe von Schienenoberfläche bis Dach von	3,38	„
„ größte Höhe von	3,6	„

Die Wagen haben an jedem Ende einen Führerstand, ferner 2 Abteile 1. Kl. mit 20 und 2 Abteile 2. Kl. mit 24 Sitzplätzen; außerdem sind 26 Stehplätze vorhanden. Der Wagenkasten ruht auf 2 Drehgestellen, deren Räder einen Durchmesser von 800 mm haben. Eine Handbremse,

Digitized by Google

die auf sämtliche Räder wirkt und von beiden Plattformen aus bedient werden kann, und eine selbsttätige Westinghouse-Druckluftbremse sind vorhanden.

Die Akkumulatorenbatterie ist unter dem Rahmen zwischen den Drehgestellen abgefedert in leicht auswechselbaren Trögen untergebracht.

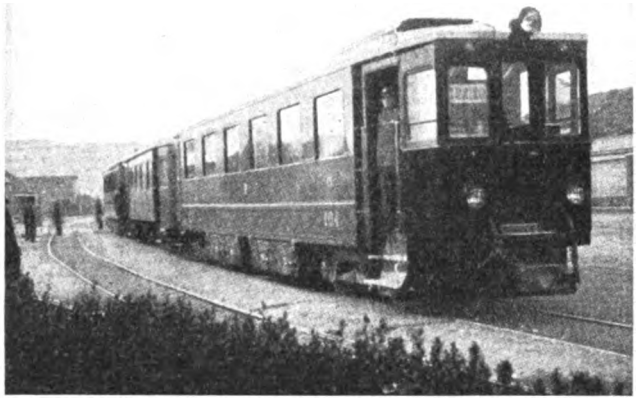


Abb. 2. Akkumulator-Triebwagen der Strecke Torino–Saluzzo (Italien).

4 Motoren mit einer Stundenleistung von je 30 kW bei 300 V und 600 U/min arbeiten mit einer Übersetzung von 1 : 5,2 auf die 4 Achsen der beiden Drehgestelle. Die Akkumulatorenbatterie besteht aus 160 Elementen der Gitterplattentype und ist in 4 Trögen eingebaut. Sie hat eine Kapazität von 800 Ah bei fünfstündiger Entladung oder von 240 kWh bei einer mittleren Entladespannung von 300 V. Beleuchtung und Heizung sind an die volle Batteriespannung von 300 V angeschlossen.

Das Gesamtgewicht des betriebsfertigen Fahrzeuges beträgt 29,7 t. Davon entfallen auf den mechanischen Teil 15,2 t, auf die elektrische Ausrüstung 4,7 t und auf die Batterie rd. 10 t.

Bei den Fahrprüfungen wurden Geschwindigkeiten von 47 ··· 50 km/h gefahren und festgestellt, daß erforderlichenfalls auch Züge mit einem Gesamtgewicht von 70 t befördert werden können. Auf der Strecke Torino—Saluzzo wurde in der einen Richtung ein mittlerer Verbrauch von 17,7 Wh/tkm, in der anderen Richtung ein solcher von 27,7 Wh/tkm gemessen. (L. Balbo, Traction électr. Bd. 2, S. 155.) *Rgr.*

Leistungschütze für Gleichstromfahrzeuge. — Der Nocken-Leistungsunterbrecher (Abb. 3) ist ein elektromagnetisches Schütz, das die gleichen Kontaktelemente aufweist wie die von der AEG gebauten Fahrzeug-Selbstschalter[1]. Sein Zugmagnet ist waagerecht angeordnet, um eine geringe Bauhöhe zu erreichen, so daß der Apparat bequem unter dem Wagen unterzubringen ist. Der Leistungsunterbrecher dient zur Schnellabschaltung, Überlastauslösung und auch zur funkenlosen Abschaltung im Fahrschalter, wodurch das Kontaktmaterial geschont wird. Er kann Steuerstromkontakte für Selbstspeisung der Spule oder für elektrische Verriegelung mit anderen Stromkreisen erhalten. Das Nockenleistungsschütz (Abb. 4) ist entwickelt worden, um einen fernbedienten Schaltapparat schmalster Bauart von geringem Raumbedarf zu erhalten, so daß eine größere Anzahl Schütze auch bei ungünstigsten Raumverhältnissen leicht unterzubringen ist. Der Apparat ist bequem zugänglich, da die Kontaktstellen horizontal angeordnet sind; außerdem ist er nach Lösen zweier Schrauben und der Anschlüsse leicht herausnehmbar. (Balke, AEG-Mitt. 1932, S. 217.) *Sb.*

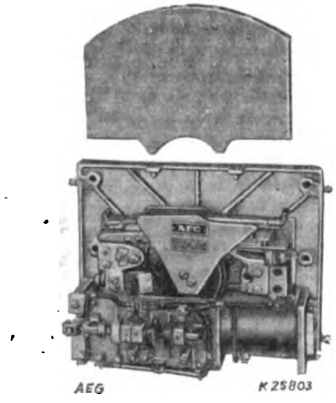
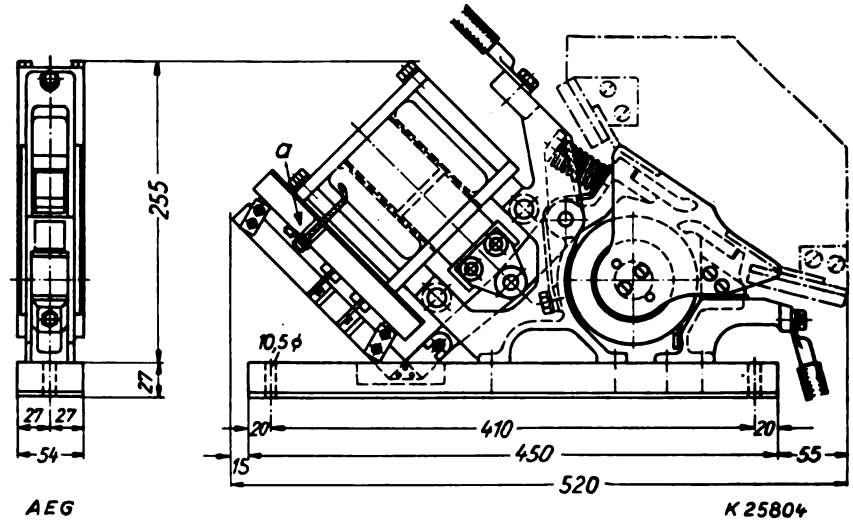


Abb. 3. Nocken-Leistungsunterbrecher.



a Spulenanschluß

Abb. 4. Gleichstrom-Leistungsschütz, 300 A.

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 1075 u. 1097.

Hochspannungstechnik.

Die Funkenstrecke mit Vorkondensator. — Der Spannungsverlauf an ansprechenden Funkenstrecken mit Parallel- und Reihenkapazität bei Beanspruchung mit Wechselspannung wurde mittels des piezoelektrischen Oszillographen untersucht. Der Durchschlag der Funkenstrecke erfolgt in wiederkehrenden Einzeldurchschlägen, wobei die Strecke nach jedem Zusammenbruch eine bestimmte Restspannung aufweist, welche durch sekundäre Aufladung zustandekommt und daher von der Größe der Schaltelemente nach einem einheitlichen Gesetz bestimmt wird. Die Anzahl der Einzeldurchschläge in einer Periode der Wechselspannung ist eine eindeutige Funktion der Ansprech-, Rest- und Gesamtspannung. Diese Funktion ergibt sich sowohl theoretisch wie experimentell in übereinstimmender Weise. Befindet sich zwischen Funkenstrecke und Parallelkapazität ein ohmscher Widerstand, so läßt sich statt wiederkehrender Einzeldurchschläge eine stationäre Glimmentladung erzeugen. (Z. techn. Physik Bd. 13, S. 425.) *zfg*

Elektrostatischer Höchstspannungserzeuger. — Zur Durchführung von Atomzertrümmerungsversuchen[1] hat van de Graff im Institute of Technology, Massachusetts, einen elektrostatischen Generator gebaut, der eine Spannung von 10^7 V liefert. Die Anordnung besteht im wesentlichen aus zwei Aluminiumhohlkugeln von etwa 4½ m Dmr., die auf Hohlsäulen aus Isolierstoff ruhen, deren Höhe etwa dem doppelten Kugeldurchmesser entspricht. Jeder Kugel ist ein endloses Seidenband zugeordnet, das einerseits in der Kugel, anderseits am Fuße der Säule über eine Rolle läuft. Die Bänder werden am Fuß der Säulen mit Ladungen entgegengesetzten Vorzeichens versehen. Sie tragen diese in die Kugeln hinauf, wo sie von Abnehmern auf die Kugeln übergeleitet werden. Die Ladungen sammeln sich auf den Kugeloberflächen. Im Innern einer die beiden Kugeln verbindenden Röhre entsteht bei einer Spannung von 10^7 V ein künstlicher Blitz-

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 312.

Digitized by Google

schlag von der positiven zur negativen Kugel, der die Atomaufspaltung in einer Apparatur in der negativen Kugel bewirken soll. Da das Innere der Kugeln feldfrei ist, sind in diesen Meßgeräte und Beobachter gefahrlos untergebracht. (W. F. G. Swann, Mech. Engng. Bd. 55, S. 75.) *gn.*

Verbesserte Schutzfunkenstrecke. — Es ist möglich, die Durchbruchspannung einer Funkenstrecke durch Beeinflussung der Felddichte an der Elektrodenoberfläche zu verändern, indem diese von Isolatorengliedern umgeben wird, deren Lage zu den Elektroden den Erfordernissen entsprechend eingestellt werden kann. Abb. 5 läßt den Einfluß derartiger „Schirmungsisolatoren" auf die Entladespannungen einer Spitzenfunkenstrecke von 56 cm Schlagweite erkennen. Der besondere Vorteil bei der Anwendung einer solchen Schirmung durch Isolatorenglieder liegt darin, daß diese selbst nicht wie metallische Schirme zu Elektroden werden und damit die Entladungen fehlleiten. Dies tritt nach den Versuchen insbesondere unter Beregnung auch dann nicht ein, wenn die Entfernung der einander gegenüberstehenden Isolatorenglieder geringer ist als die Schlagweite der Funkenstrecke. Abb. 5 zeigt ferner, daß bei geeigneter Anordnung der neuartigen, durch Isolatorenglieder geschirmten Spitzenfunkenstrecke das Verhältnis der Überschlagspannungen für positive und negative Entladungen sowie bei gedämpften Hochfrequenzschwingungen und Stoßspannungen in sehr weiten Grenzen verändert werden kann, ohne daß unerwünschte Entladungen auftreten.

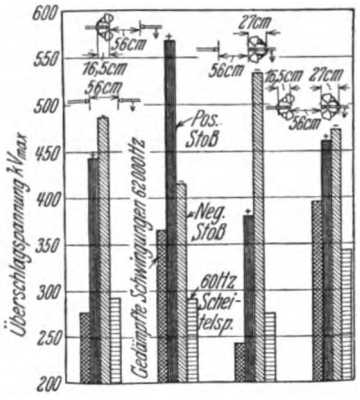


Abb. 5. Überschlagspannungen einer Spitzenfunkenstrecke mit Schirmungsisolatoren bei verschiedenartigem Spannungsverlauf.

Abb. 6 zeigt die Stoßspannungskennlinien verschiedenartiger Funkenstrecken zum Schutz eines Durchführungsisolators und läßt zugleich erkennen, daß die Kennlinie *A* einer Schutzfunkenstrecke mit Schirmungsisolatoren der beschriebenen Art nahezu vollkommen mit der Schaulinie *B* übereinstimmt. Diese Schaulinie *B* entspricht dabei der Kennlinie einer idealen Schutzfunkenstrecke, durch die die auf die dargestellte Durchführung entfallende Überspannung auf 90 % der negativen Stoßüberschlagspannungen derselben begrenzt wird. Die Dauer der bei diesen Versuchen angewandten Stoßspannungen lag im Bereich zwischen 1,25 und 100 µs. Nach Schaulinie *D* einer aus Lichtbogenschutzringen in 66 cm Abstand an einer Isolatorenkette gebildeten Schutzfunkenstrecke würde diese die Durchführung nur bei Überspannungen unter etwa 585 kV_{max} schützen können. Mittels der ebenfalls in Abb. 6 dargestellten Hörnerfunkenstrecke mit der Kennlinie *C* wäre ein Schutz überhaupt nicht zu erreichen. Die Kugelfunkenstrecke mit der Kennlinie *E* würde zwar die Durchführung für jede Dauer des Entladeverzugs gegen Überspannungen schützen können, da ihre geringste Stoßüberschlagspannung mit der der geschirmten Funkenstrecke mit der Schaulinie *A'* übereinstimmt. Jedoch würden Stoßspannungswellen, die einen geringen Entladeverzug hervorrufen, wegen der nahezu geradlinigen Kennlinie dieser Funkenstrecke ein unnötiges Ansprechen derselben bei Spannungen bedingen, denen die Durchführung ohne weiteres gewachsen ist. (A. O. Austin, Electr. Engng. Bd. 51, S. 579.) *O. N.*

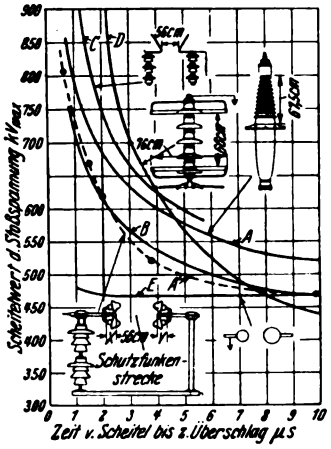


Abb. 6. Stoßspannungskennlinien verschiedenartiger Funkenstrecken.

Frequenzabhängigkeit der Funkenspannung in Luft. — Die Messung der Funkenspannung in Luft bei Spannungsstößen von kurzer Dauer hat ergeben, daß sie bis zu Stoßzeiten von $10^{-6} \cdots 10^{-7}$ s nicht von der bei Dauerspannung abweicht. Daher ist bei Verwendung einer Wechselspannung eine Frequenzabhängigkeit nur bei relativ hohen Frequenzen zu erwarten. Als Spannungsquelle diente ein Hochfrequenz-Röhrengenerator, mit dem ein abgestimmter Schwingungskreis als Meßkreis gekoppelt war. Als Voltmeter diente ein elektrostatisches Spiegelelektrometer, bei dem ein dünnes rechteckiges Aluminiumblech an einem Quarzfaden in der Mitte zwischen zwei Plattenelektroden isoliert aufgehängt war. Es ergibt sich, daß bei niedrigen Schlagweiten die Funkenspannung bei Hochfrequenz mit der bei Niederfrequenz gemessenen übereinstimmt. Von einer bestimmten kritischen Schlagweite an tritt aber eine Erniedrigung der Funkenspannung ein, die mit wachsender Schlagweite zunimmt. Die kritische Schlagweite ist um so niedriger, je höher die Frequenz ist. Sie liegt für Kugeln von 1,1 cm Dmr., von denen eine geerdet ist, für $3{,}1 \cdot 10^5$ Hz bei 0,2 cm, für $8{,}8 \cdot 10^5$ Hz bei 0,1 cm, für $2{,}45 \cdot 10^6$ Hz bei 0,06 cm. Bei der letzten Frequenz liegen die Funkenspannungen für größere Schlagweiten etwa 25 % niedriger als bei 50 Hz. (H. Lassen, Physik. Z. Bd. 31, S. 868.) *Br.*

Verschiedenes.

Gründungsversammlung des Reichsfachverbandes der elektrotechnischen Industrie. — Nachstehend bringen wir den größten Teil aus der Rede des Herrn Direktors Ph. Kessler zur Gründungsversammlung des Reichsfachverbandes der elektrotechnischen Industrie (RFE) zu Berlin am 14. XI. 1933.

„Im Rahmen des Reichsstandes der Deutschen Industrie ist der Reichsfachverband der elektrotechnischen Industrie die künftige Organisation aller Firmen, die auf dem Gebiete der elektrotechnischen Industrie fabrikatorisch tätig sind. Alle gleichartigen Betriebe werden in Fachgruppen bzw. Untergruppen zusammengefaßt. Bei kombinierten Firmen ist die Art des Einzelbetriebes für die Zugehörigkeit zur Fachgruppe bestimmend. In diesen Fachgruppen werden die allgemeinen Angelegenheiten bearbeitet.

Für die Behandlung von Fragen, welche Preise, Preisstaffeln, Absatz und Produktion betreffen, werden nach Bedarf bei den Fach- bzw. Untergruppen Wirtschaftsstellen geschaffen, das sind kleine, arbeitsstarke Gremien, die unter dem Vorsitz des Leiters der betreffenden Fachgruppe stehen. Alle bisher in der Elektroindustrie bestehenden Vereine, Verbände und sonstige Zusammenschlüsse werden soweit als möglich je nach ihrem Charakter den Fachgruppen oder Wirtschaftstellen ein- oder angegliedert. Wir werden dadurch endlich erreichen, daß die verantwortlichen Männer aus den Betrieben nicht so oft und von zuviel verschiedenen Stellen für Verbandsarbeit in Anspruch genommen werden.

Ich rufe alle Herren Vorsitzenden, Geschäftsführer und Beamten der betreffenden Verbände der Elektroindustrie — ihnen für ihre bisherige Arbeit aufrichtig dankend — auf, freudigen Willens ohne Zwang an diesem Aufbau mitzuwirken.

Sofern ein wirkliches Bedürfnis vorliegt, können gleichartige Betriebe auch einen regionalen Zusammenschluß erfahren. Der Leiter einer solchen regionalen Gruppe tritt in den Vorstand der zuständigen Fachgruppe ein und vertritt dort neben den allgemeinen die regionalen Interessen seiner Gruppe. Über die Besetzung der Führerposten im Reichsfachverband und in den Fachgruppen, ebenso wie über den Aufbau der Führerbeiräte gibt die neue Satzung Aufschluß. Ihr entsprechend werden wir nunmehr sofort mit der Bildung der Fachgruppen, der Untergruppen und der Wirtschaftstellen beginnen, weil eine große Zahl dringlicher Arbeiten vorliegt.

Es ist in den letzten Monaten viel über das Führerprinzip in der Wirtschaft gesprochen worden, nachdem demselben in der Politik der Parlamentarismus weichen mußte. Wir begrüßen an dem Führerprinzip, daß es keine Majoritätsentscheidungen und Abstimmungen kennt. Die Entscheidung trifft in der betreffenden Organisation oder Unterorganisation ein Mann mit seiner Verantwortlichkeit nach oben und seiner Autorität nach unten. Die Beiräte haben im wahrsten Sinne des Wortes zu raten. — Setzt man voraus, daß in einem Unternehmen bewußt und rücksichtslos die besten Führerköpfe

Digitized by Google

zu leitendem Einfluß gebracht werden, so darf von vielen Betrieben der deutschen Wirtschaft gesagt werden, daß der Begriff des Führerprinzips für sie kein Novum darstellt. Allein um so unverständlicher erscheint es, daß dieses Führerprinzip verloren ging, sobald die Betriebe zu Verbänden zusammentraten. Hier gab es wie in der Politik leider auch mehr oder weniger große Parlamente, die oft eine Unsumme von Einzelinteressenvertretern darstellten, abstimmten, sich — wenn's schwierig wurde — vertagten und vieles andere mehr. Da die Wirtschaft dem Volke dient, so soll uns beim Neuaufbau unseres Verbandswesens und bei der Arbeit im RFE der Kameradschaftsgeist erleuchten und lenken. — Indem wir unser großes stolzes Industriegebiet überschauen, müssen wir erkennen, daß gerade in der deutschen elektrotechnischen Industrie die gute Mischung von kleinen, mittleren und großen Betrieben nicht nur erhalten, sondern gefördert werden muß. Wie die Spezialfabrik ihre Ehre darin zu suchen weiß, einen oder mehrere Spezialartikel technisch hochwertig und preislich angemessen zu erzeugen, so ist es u. a. Pflicht einer großen Firma z. B., das im Interesse der Arbeitsbeschaffung notwendige, dornenvolle Exportgeschäft zu pflegen oder ungeachtet der hohen Kosten Forschungslaboratorien zu unterhalten und jene Forschungsarbeiten zu leisten, die in unserem Fache dringend nötig sind. Infolgedessen müssen sich für die Stellen im Reichsfachverband die Männer aus den verschiedenartigsten, kleinen, mittleren und großen Betrieben zur Gemeinschaftsarbeit zur Verfügung stellen. Sie müssen von der Idee durchdrungen sein: Allgemeines Interesse vor Firmen-Sonderinteressen! Insbesondere muß in den gesamten Wirtschaftsstellen die Arbeit von dem hohen Streben nach Verständigung getragen sein; denn hier werden die schwierigen Fragen betreffend Preis, Absatz und Produktion geregelt werden müssen. Niveaulinien angemessener, nicht überhöhter und auf einwandfreier Selbstkostenberechnung basierender Preise werden geschaffen werden. Eine Veränderung der Preise sollte in der heutigen Notzeit nur dann nach oben möglich sein, wenn gesteigerte Qualität usw. die Berechtigung dazu bietet. Es geht nicht mehr an, daß ein gewissenloser Schleuderer die berechtigten Preise einer großen Anzahl gleichartiger Betriebe zusammenwirft und so deren Existenzgrundlage mit der eigenen vernichtet. Es geht nicht mehr an, daß das Fremdwort „outsider" die verderbliche Bedeutung der Vergangenheit behält. Es geht nicht mehr an, daß jemand eine große Produktionsstätte neu errichtet, wenn die gleichartigen Betriebe unterbeschäftigt sind. Dies alles, weil das traurige Ergebnis solcher Entgleisungen die Belegschaften um Arbeit und Brot bringt. — Die Regierung hat schon bewiesen, daß sie die Wirtschaft in diesem Streben, wenn nötig unter Anwendung des Kartellgesetzes vom 15. VII. 1933, zu unterstützen weiß. Bei den Kartellen wird das Führerprinzip mit dem Abstimmungsprinzip nach Quoten verbunden bleiben müssen. Für die künftige Arbeit in den Wirtschaftstellen ist vor allem wichtig, daß man sich vor Preiserhöhungen nach Möglichkeit hütet. Dort, wo diese zur Verminderung von Substanzverlusten nicht zu umgehen sind, sollen sie langsam und in kleinen Stufen vor sich gehen. — Eine der wichtigsten und vordringlichsten Aufgaben aller Fachgruppen des Reichsfachverbandes, deren Kräfte wir in diesem Punkt zusammenfassen, ist die Arbeitsbeschaffung. Die Regierung hat mit ungeheurer Tatkraft unter Bereitstellung ganz bedeutender Mittel die Ankurbelung besorgt und einen beträchtlichen Teil der Arbeitslosen wieder in die Arbeit gebracht. Die Unternehmerinitiative muß nun den natürlichen Bedarf wecken und den Arbeitsfluß heben. Daher werden wir Kreditmöglichkeiten für unsere Industrie, insbesondere für die kleinen und finanziell schwächeren Unternehmer, erschließen müssen. So haben sich in Berlin — wohl unterstützt vom Herrn Treuhänder der Arbeit, Staatskommissar E n g e l — und andernorts die Unternehmer der Elektroindustrie mit dem Großhandel, dem Einzelhandel, dem Installateurgewerbe, den Handelsvertretern und den Elektrizitätswerken zusammengeschlossen, um dem Gebiete der Elektrotechnik Arbeit zu schaffen. Bemerkenswerte Erfolge sind bereits zu verzeichnen. Wir werden die weitere Ausbreitung dieser Gemeinschaftsarbeit „Elektrofront" mit allen Kräften nach wie vor zu fördern wissen. Nachdem jetzt der Reichsfachverband der Elektroindustrie gegründet ist, treten deshalb bereits heute nachmittag die Führer der hauptsächlichsten an der elektrotechnischen Produktion und ihrer Verteilung tätigen Verbände hier zusammen. Dies nicht nur wegen der Arbeitsbeschaffung, sondern deshalb, weil ich in diesem Zusammenwirken das wirksamste und dauerhafteste Mittel für die Beseitigung der Absatzkrise sehe. — Unsere elektrotechnischen Erzeugnisse fließen auf den verschiedensten Wegen von der Produktionsstätte zum Verbraucher. Je nach Art des Artikels geht die Ware von der Fabrik zum Großhandel, zum Installateur, zum Kunden; von der Fabrik zum Handelsvertreter, zum Großhändler, zum Installateur, zum Kunden; von der Fabrik zum eigenen Büro, zum Installateur, zum Kunden; von der Fabrik zum Großhandel, zum Einzelhandel, zum Kunden usw. Noch bis in die jüngste Zeit wurde nun darüber gestritten, ob das eine oder andere Verteilerglied auszuschalten möglich sei. Das Problem muß anders gelöst werden: Die einzelnen Glieder dieser Verteilerflüsse werden in sich aufgabenmäßig abgegrenzt und die Verteilerflüsse parallel geschaltet. Hierzu ist es erforderlich, daß Preise und Preisstaffeln so geregelt werden, daß alle im Vertriebsprozeß arbeitenden Glieder, wie Großhandel, Einzelhändler, Installateure, Büros der Großfirmen und Handelsvertreter sich gegenseitig respektieren und ihr gerechtes Auskommen finden mit dem Ziele: soviel wie möglich, so preiswert wie möglich und so schnell wie möglich die Waren von der Fabrik zum Verbraucher zu bringen. In Verbindung damit ist von dieser Arbeitsgemeinschaft auch die Aufgabe zu lösen, wonach nur der legitime Fachhandel mit elektrotechnischem Bau- und Installationsmaterial beliefert werden kann. Die Treuhänder der Arbeit müssen bei der Beseitigung des unsauberen Wesens der Schwarzarbeiter mit allen Kräften unterstützt werden.

Bei aller Betonung der derzeitigen Bedeutung des Binnenmarktes werden die Voraussetzungen für den Export elektrotechnischer Erzeugnisse erhalten und gefördert werden müssen. Nur so werden unsere Arbeitslosen wieder in den Arbeitsprozeß gebracht und darin gehalten werden können. Darüber hinaus werden jene Zahlungsmittel dem Reich gewonnen, die wir zur Beschaffung von nichtheimischen Rohstoffen und zur Erfüllung unserer Zins- und Rückzahlungsverpflichtungen brauchen. Die Elektroindustrie ist ein bedeutender Deviseneinbringer, und nur ein Teil dieser Devisen wird zur Rohstoffbeschaffung wieder gebraucht.

Bei der Elektroindustrie ist besonders zu beachten, daß in den meisten ihrer Erzeugnisse ein ganz ungewöhnlich hoher Anteil von effektivem und akkumuliertem Lohn — also Arbeit — steckt. Dieser beläuft sich bei vielen Fabrikanten auf 80 und mehr Prozent. Dies ist natürlich auch wichtig für die Binnenbeschäftigung. Wenn die Elektroindustrie dabei auch ausländische Rohstoffe benötigt, so ist es Aufgabe einer weisen Handelspolitik, solche Einfuhrmöglichkeiten — gezielt zur Hebung unserer Ausfuhr — zum Einsatz zu bringen. In der klaren Erkenntnis der arbeitsbeschaffenden Momente wird unsere Handelspolitik auf den Lohngehalt und auf die Absatzmöglichkeiten — Spezialitäten — mehr als bisher achten müssen. Hinzu kommt der Aktivitätszwang unserer Handelsbilanz. So wird die künftige Handelspolitik, die Lebensnotwendigkeit der Einfuhr, die ländermäßige Umlagerung zur Verbesserung des Austauschfaktors und die sogenannten Zugeständnismöglichkeiten dem Ziele untergeordnet werden, ein Maximum von Arbeitenden in den Arbeitsprozeß zu bringen und dauernd zu erhalten. Darauf müssen wir elektroindustriellen Unternehmer uns einstellen.

Die deutsche Elektroausfuhr betrug 1925 . . 366 Mill RM
und 1929 . . 638 „ „

Sie sank dann fortwährend ab und wird in diesem Jahre kaum 240 Millionen übersteigen. Eine beträchtliche Hebung dieser Zahl ist also mit allen Mitteln anzustreben, weil dadurch der natürlichen Arbeitsbeschaffung gedient wird.

So rufe ich alle Unternehmungen unserer Industrie dazu auf, mit allen Kräften die neue, dauerhaftere Form für unser Fachverbandsleben mit aufzubauen, denn welche Form schließlich der beabsichtigte ständische Aufbau auch annimmt, je einheitlicher und stärker in sich der Reichsfachverband aufgebaut ist, desto besser wird er seinen Mitgliedern und den schicksalverbundenen elektrotechnischen Verteilerverbänden in Zukunft zum Wohle der ganzen deutschen Wirtschaft dienen können.

Alle Unternehmer der elektrotechnischen Industrie, in deren Reihen eine prächtige Unternehmerinitiative zu finden ist, müssen sich im Reichsfachverband die Hände reichen und zusammenwirken zum Wohle des Volkes, zum Wohle ihrer Belegschaft und zum Wohle ihrer selbst." —

Lehrlingsarbeiten in Siemensstadt. — Der Siemens-Konzern hat aus Anlaß des 25jährigen Bestehens einer zentralen Lehrwerkstätte mit Werkschule für die Ausbildung von Feinmechanikerlehrlingen eine Ausstellung für die Zeit vom 31. X. — 25. XI. d. J. im Ehrenhof des Ver-

Digitized by Google

waltungsgebäudes in Berlin-Siemensstadt veranstaltet, die für jedermann zugänglich ist, um sich darüber zu unterrichten, wie die deutsche Industrie für ihre Qualitätserzeugnisse den hochwertigen Facharbeiter heranbildet. 6000 Lehrlinge wurden bereits ausgebildet, und die Fülle wertvoller Erfahrungen hat zu dem heutigen Stand des Ausbildungswesens geführt. Vor allem tritt die Methodik in der vierjährigen Ausbildungszeit der Lehrlinge vom Eintritt bis zur Fertigung des Gesellenstücks in Erscheinung. Die praktische Ausbildung in zwei Jahren Lehrlingswerkstatt und zwei Jahren Betriebsabteilungen geht von den beiden Grundausbildungen zum Feinmechaniker und Maschinenbauer aus. In methodisch aufgebauten Lehrgängen werden dem Facharbeiter-Lehrling die Fertigkeiten vom Einfachen zum Schwierigen anerzogen und damit die Schulung gegeben, von Halb- zu Halbjahr die Fertigungszeit zu kürzen und gleichwohl bessere Arbeit mit ständig weniger Fehlern zu leisten. Eine sehr wichtige Maßnahme der Schulung sind die Werkstattarbeitsbücher, in denen der Lehrling über sein wöchentliches Tun in Schrift und Skizze Nachweis zu führen hat, so daß der in der Woche aufgenommene Stoff vertieft wird und festsitzt. Die Bücher sind auch ein vorzüglicher Prüfstein für die fortschreitende Entwicklung des Lehrlings im Beruf und Charakter, welchen Sauberkeit, Genauigkeit und Gewandtheit kennzeichnen. Die Herkunft der Lehrer für die firmeneigene Werkschule aus den Betrieben selbst sichert dem Lehrling wertvolle Fühlung mit der ständig lebendigen Betriebstechnik. Mit den Grundbegriffen elektrischer Erscheinungen wird der Lehrling durch Anschauung mittels Apparaten und Einrichtungen vertraut gemacht. Die Lehrlingspraxis schult ihn zum vielseitigen Elektroinstallateur, Schwach- und Starkstrommonteur. Mit der beruflichen Erziehung hält Schritt die körperliche Ertüchtigung durch Gymnastik und die Erziehung zum Staatsbürger. Im Jugendheim wird gespielt, musiziert, gebastelt. Die erzielten Leistungen bezeugte auf der Ausstellung das Modell eines Fernlenkschiffes, dessen Fernsteuerung von Schraube, Steuer, Licht- und Vernebelungsanlagen durch einen kleinen Löschfunkensender mit 25 m Sendewelle vorgeführt wird. Eine Reihe ausgestellter Gesellenstücke beweist die guten Erfolge der Gesellenprüfung vor dem gemeinsamen Prüfungsausschuß der Handwerkskammer und des Verbandes Berliner Metallindustrieller. Ferner werden kaufmännische Lehrlinge und angelernte Arbeiter ausgebildet, im Fortbildungswesen Meister und Betriebspersonal herangebildet und die Erziehung im Betriebe geübt, um Arbeitsfreude, Gemeinschaftsarbeit und Qualitätsarbeit zu fördern. Hierher gehört auch der Kampf gegen Verluste und die Unfallverhütung. Auch den Erwerbslosen wird Gelegenheit geboten, ihre Fertigkeiten zu erhalten und mit der Anfertigung von Modellen und Lehrtafeln ihr Fachkönnen zu betätigen. *Pge.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Eine Tagung über die betriebstechnischen Fragen der Hochdruck-Dampfkraftanlagen in Moskau. — Die Tagung, die am 18. XI. beginnen sollte und über deren Programm wir in H. 45 auf S. 1103 berichteten, ist verschoben worden. Wann sie stattfinden wird, werden wir s. Zt. bekanntgeben.

Energiewirtschaft.

Der Kohlenverbrauch der Elektrizitätswerke. — Nach dem soeben erschienenen Jahresbericht der AG. Reichskohlenverband ist der Kohlenverbrauch der Elektrizitätswerke während des Jahres 1932 erheblich weniger stark zurückgegangen als im Jahre 1931, jedoch lag der Verbrauchsrückgang noch etwas über dem Durchschnitt der deutschen Wirtschaft. Der Brennstoffverbrauch ging während des Jahres 1932 um 10 % zurück gegenüber 20 % im Jahre 1931. Während der Verbrauch an Koks angestiegen ist, ging derjenige an Braunkohle noch stärker als derjenige an Steinkohle zurück, wie nachfolgende Übersicht erkennen läßt:

in 1000 t	1931	1932	Veränderung in %
Steinkohlen	3 535	3 116	— 11,8
Koks	85	99	+ 16,4
Braunkohlen	17 204	15 712	— 8,7
Braunkohlen, Braunkohlenbriketts, Pechkohlen und tschechische Braunkohle	311	258	— 17,0
Summe der Brennstoffe in Steinkohleneinheiten	7 679	6 911	— 10,0

Pm.

AUS LETZTER ZEIT.

Gründungsversammlung des Reichsfachverbandes der elektrotechnischen Industrie. — Unter Vorsitz des Herrn Direktor Kessler fand am 14. XI. 1933 in Berlin die Gründungsversammlung des Reichsfachverbandes der elektrotechnischen Industrie (RFE) durch Umwandlung des bisherigen Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie statt. Der Reichsfachverband der elektrotechnischen Industrie wird alle Unternehmungen umfassen, welche auf dem Gebiete der Elektrotechnik fabrikatorisch tätig sind. Seiner neuen Organisation liegt das Führerprinzip, sowohl in der Leitung des Verbandes als auch in seinen einzelnen Gliedern (Ausschüssen, Fachgruppen, Wirtschaftstellen usw.) zugrunde. Gleichberechtigt neben der Großindustrie wird die Mittel- und Kleinindustrie der Elektrotechnik ihrer großen Bedeutung entsprechend in den Fachgruppenleitungen und in den Ausschüssen vertreten sein. Die Wirtschaftstellen haben die Aufgabe, für eine gesunde, nicht nur im Interesse der Erzeuger, sondern auch der Verbraucher liegende Preispolitik zu sorgen.

Bemerkenswert ist, daß der neue Verband von vornherein die Gemeinschaftsarbeit mit den Organisationen der Verbraucher und Verteiler elektrotechnischer Erzeugnisse (Elektrizitätswerke, Großhändler, Installateure, Einzelhändler und Handelsvertreter) in sein Programm aufgenommen hat. Dies nicht nur wegen der vordringlichen Aufgabe der Arbeitsbeschaffung, sondern auch wegen der Absatzregelung, an denen die Fabrikanten- und die Verteilerorganisationen in gleicher Weise interessiert sind. Der Vorsitzende brachte in seiner Rede[1] nähere Angaben über die künftige Form des vereinfachten Verbandswesens der Elektroindustrie und wies auf die Bedeutung der Elektroindustrie für den deutschen Export hin.

Neuordnung in der elektrotechnischen Spezialindustrie. — Die Vereinigung elektrotechnischer Spezialfabriken e. V. (VES) in Berlin hielt am 8. XI. ihre Generalversammlung in Hagen ab. Die Vereinfachung dieser Organisation ist dadurch erheblich vorgeschritten, daß die Mitglieder der Vereinigung elektrotechnischer Fabriken als Einzelmitglieder zur VES übergetreten sind und in ihr eine besondere umfangreiche Abteilung „Installationsmaterial" gebildet haben. Ebenso hat sich die Vereinigung der Beleuchtungskörper-Fabrikanten e. V. in die VES eingegliedert und bildet hier zusammen mit den Zweckleuchten-Spezialfabriken eine Abteilung „Beleuchtung". Dieser Zusammenschluß in der VES bewirkte über den bisherigen Mitgliederstand der bisher nebeneinander bestehenden drei Vereinigungen hinaus den Beitritt einer großen Anzahl weiterer Spezialfabriken.

Die gemeinsamen Interessen der Großkonzerne und der im Reich verteilten elektrotechnischen Spezialfabriken, welche etwa 800 Firmen mittleren und kleineren Umfangs umfassen, sollen in Zukunft im neuen Reichsfachverband[2] der elektrotechnischen Industrie, bisher Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie, gewahrt werden. Die Sonderinteressen der Großkonzerne werden weiterhin wie bisher von den Konzernen selbst wahrgenommen, die Sonderinteressen der Spezialfabriken werden durch die VES vertreten, zu deren Führern die Herren Meller und Bitter bestimmt worden sind.

Gründung der Fachgruppe „Tiefbohren, Fördern, Gewinnen". — Die Deutsche Gesellschaft für Mineralölforschung, Berlin NW 7, hat am 20. XI. 1933 in Hannover die Fachgruppe „Tiefbohren, Fördern, Gewinnen" gegründet.

Arbeiter-Einstellungen. — Die dem Reich gehörende Vereinigte Aluminiumwerke AG., Lautawerk, hat insgesamt etwa 400 000 RM für Bauaufträge zur Verfügung gestellt. Außerdem konnten in der Tonerdefabrik Neueinstellungen vorgenommen werden. — Die Elektrowerke haben in Lauta eine seit Jahren stillgelegte Kesselanlage in Betrieb genommen.

400 000 Volksempfänger. — Wie die NS-Rundfunkkammer mitteilt, hat die deutsche Funkindustrie beschlossen, vom Volksempfänger VE 301 das vierte Hunderttausend aufzulegen. Das erst vor wenigen Wochen aufgelegte dritte Hunderttausend ist im Großhandel bereits restlos ausverkauft, und im Kleinhandel kann die große Nachfrage des Publikums nach Volksempfängern längst nicht

[1] Vgl. S. 1147 dieses Heftes.
[2] ETZ 1933, S. 1107.

Digitized by Google

in vollem Umfange befriedigt werden. Neben dem Volksempfänger geht auch der gesteigerte Absatz von Großapparaten unvermindert weiter. Es ist nach dem glänzenden Verkauf von Rundfunkgeräten mit einem ungewöhnlichen Steigen der Hörerzahlen des Rundfunks für die nächste Zeit zu rechnen, wobei zu beachten ist, daß der Absatz des Volksempfängers bei dem gleichfalls steigenden Verkauf der übrigen Empfangsgeräte eine zusätzliche Zahl von Rundfunkhörern bedeutet und somit auch eine zusätzliche Wirtschaftsbelebung.

Pfalzwerke AG., Ludwigshafen a. Rh. — Die Pfalzwerke AG., Ludwigshafen, die einen wesentlichen Teil der Pfalz mit elektrischer Energie versorgt, ferner an Versorgungsgesellschaften dieses örtlichen Kreises beteiligt ist, und so die Elektrobelieferung bis in das Saargebiet hinein beeinflußt, blickt mit dem abgelaufenen Geschäftsjahr auf ihr zwanzigjähriges Bestehen zurück. Aus diesem Anlaß veröffentlicht sie eine Festschrift, in der sie u. a. durch Bildmaterial, graphische Darstellungen und Ziffern die Geschichte des Unternehmens wiedergibt.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur ordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 28. XI. 1933, 8 h abends, in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. H. Neugebauer über das Thema: „Fortschritte der Selektivschutztechnik in Richtung der Schnellabschaltung."

Inhaltsangabe:

1. Warum schnell abschalten?
2. Wann nennt man einen Schutz „Schnellschutz"?
3. Welchen besonderen Anforderungen muß ein Schnellschutz genügen?
4. Welche Schutzsysteme eignen sich für den Schnellschutz?
   a) Widerstandstufenschutz.
   b) Differentialschutz.
   c) Richtungsvergleichschutz.
5. Grundschaltung des Richtungsvergleichschutzes.
6. Richtungsvergleichschutz mit Hochfrequenzverbindung. Besondere Anforderungen an den Hochfrequenzkanal.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können gegen Vorzeigung der Dauer-Gastkarte oder nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten können in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle gelöst werden.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie" in Berlin-Charlottenburg, Birsmackstraße 1.

Elektrotechnischer Verein e. V.

Der Vorsitzende:

Dr. Bücher.

Bekanntmachung.

Gastkarten zum Besuche der Vorträge usw. des Elektrotechnischen Vereins.

Die Inhaber von **Dauer-Gastkarten** werden darauf hingewiesen, daß die für das Jahr 1933 und die für das 2. Halbjahr 1933 gelösten Dauer-Gastkarten zum Besuche der vom Elektrotechnischen Verein veranstalteten Vorträge usw. mit Ablauf des 31. Dezember 1933 ihre Gültigkeit verlieren. Die Inhaber und alle sonstigen Interessenten werden gebeten, eine Dauer-Gastkarte für das Jahr 1934 oder für das 1. Halbjahr 1934 (vom 1. I. bis 30. VI. 1934) zu lösen. Der Preis beträgt:

für die Jahreskarte (für das Kalenderjahr) 8,— RM,

„ „ Halbjahreskarte . . . . . 4,— „.

Die Einrichtung der Karten ist bestimmt:

a) für ältere Fachgenossen, die dem Elektrotechnischen Verein lange Jahre hindurch als Mitglieder angehört haben und nach dem Aufhören ihrer beruflichen Tätigkeit infolge der Not der Zeit auch einen ermäßigten Mitgliedsbeitrag nicht mehr bezahlen können, aber in persönlicher Fühlung mit den Fachkreisen und mit der Fachwissenschaft bleiben möchten.

b) für solche Personen, die sich bisher nicht haben entschließen können, dem Elektrotechnischen Verein beizutreten. Der Besuch der Vorträge und der sonstigen Veranstaltungen des Vereins soll diesen Personen auf Grund der Dauerkarten Gelegenheit geben, die Einrichtungen des Elektrotechnischen Vereins, seine vielseitigen Bestrebungen, Anregungen usw. kennen zu lernen.

c) für solche Personen, die dem Elektrotechnischen Verein aus verschiedenen Gründen nicht angehören, aber zu ihrer Weiterbildung usw. den sorgfältig ausgewählten Vorträgen, die möglichst alle Zweige der Elektrotechnik umfassen, Interesse entgegenbringen.

Die Dauerkarten berechtigen zum Besuch aller vom Elektrotechnischen Verein während der Gültigkeitsdauer der Karte veranstalteten Vorträge, Besichtigungen usw., ferner zur Benutzung der im Ingenieurhaus, Berlin NW 7, untergebrachten Bibliothek des Elektrotechnischen Vereins sowie auch der Bibliothek des VDI gegen Vorzeigung der Karte. Die Inhaber solcher Karten nehmen teil an den den Mitgliedern eingeräumten wirtschaftlichen Vergünstigungen, z. B. an dem ermäßigten Bezug der Karten zu den verschiedenen Vortragsreihen und der Veröffentlichungen des Elektrotechnischen Vereins.

Die vorteilhafte Einrichtung der Dauer-Gastkarten sei daher allen Interessenten empfohlen.

Die Karten werden auf den Namen des Inhabers ausgestellt und sind nicht übertragbar. Die Inhaber besitzen nicht die Mitgliedschaft des Vereins, erhalten daher nicht die ETZ.

Die Dauerkarten sind in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, erhältlich; der Betrag von 8,— bzw. 4,— RM kann auf unser Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02 überwiesen werden.

Elektrotechnischer Verein e. V.

Der Generalsekretär:

Dr. Schmidt.

Digitized by Google

Ordentliche Sitzung

am 31. Oktober 1933 in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Ministerialdirektor Professor Dr.-Ing. Dr. phil. Gleichmann.

Vorsitzender: Meine sehr verehrten Fachkollegen und Gäste! Einen deutschen Gruß zuvor!

Unser Herr Vorsitzender ist zu seinem Bedauern heute am Erscheinen verhindert In seinem Auftrage eröffne ich die Sitzung und heiße Sie herzlich willkommen. Zunächst teile ich Ihnen mit, daß Herr Staatssekretär Dr. Ohnesorge in den Vorstand eingetreten ist. Herr Dr. Schapira schied freiwillig aus. Wir begrüßen Herrn Dr. Ohnesorge dankbarst und widmen ihm ein aufrichtiges Sieg-Heil! (Beifall).

Gegen den Bericht über die ordentliche Sitzung am 26. September sind keine Einwendungen erhoben worden. Der Bericht ist somit angenommen. Seit dieser Sitzung sind 8 Neuanmeldungen eingegangen, über die eine Liste ausliegt.

In der nächsten ordentlichen Sitzung am 28. November wird Herr Dipl.-Ing. Neugebauer über: „Fortschritte der Selektivschutztechnik in Richtung der Schnellabschaltung" vortragen. In der Fachsitzung für elektrisches Nachrichtenwesen am 14. November wird Herr Dr. Kramar über: „Funkbaken und ihre Anwendung zur Sicherung des Luftverkehrs" sprechen. Ich möchte dann noch einmal darauf hinweisen, daß am nächsten Sonnabend, dem 4. November, das „Wohltätigkeitsfest der Technik" stattfindet. Sie wissen ja alle, daß der Überschuß dieses Festes in die Unterstützungskassen der veranstaltenden Vereine fließt, zu denen auch der Elektrotechnische Verein gehört. Aus diesem Überschuß ist schon mancher notleidende Fachkollege unterstützt worden. Ich lege Ihnen daher den Besuch dieses Festes recht ans Herz.

Des weiteren mache ich auf die Vortragsreihe über „Das Weltfernsprechen" aufmerksam, die der Elektrotechnische Verein gemeinsam mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule vom 6. November ab veranstaltet. Die Einladungen hierzu sind bereits ergangen.

Wir kommen zum zweiten Punkt der Tagesordnung, zu den Vorträgen der Herrn Dr. Jungmichl über: „Grundsätzliches über Quecksilberdampf-Gleichrichter mit besonderer Berücksichtigung der Steuergleichrichter" und Dr. Lebrecht über: „Neuerungen beim Bau von Großgleichrichteranlagen". Bei dieser Gelegenheit darf ich an den Vortrag erinnern, den Herr Dr. Schenkel am 2. November vorigen Jahres über: „Die technischen Grundlagen und Anwendungen gesteuerter Gleichrichter und Umrichter" gehalten hat. Vortrag und Aussprache sind in der ETZ, im 32. Heft des vorjährigen Jahrgangs, enthalten. Es ist sehr dankbar zu begrüßen, und die große Zahl der Fachkollegen, die heute hier zusammengekommen ist, zeigt es uns auch, daß die Herren Vortragenden uns über die Weiterentwicklung der wichtigen Gegenwartsaufgaben der Elektrotechnik in wissenschaftlicher und konstruktiver Hinsicht unterrichten wollen. Die Quecksilberdampf-Gleichrichter sind schon außerordentlich weit verbreitet. Ich darf darauf aufmerksam machen, daß wir hier in Berlin bei der S-Bahn der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft die größte bisher gebaute Anlage dieser Art aufzuweisen haben. Sie hat 131 Gleichrichter in 50 Gleichrichterwerken, und diese Gleichrichter leisten dauernd 16 800 kW. Das war damals gewiß ein wagemutiger Schritt, der aber von einem vollen Erfolg gekrönt worden ist. Nun gilt es noch, auch die Umrichter ebenso vorzubereiten und zu entwickeln.

Da die Vorträge in engem Zusammenhange miteinander stehen, werden sie unmittelbar hintereinander gehalten. Hoffentlich bleibt auch noch Zeit für eine Aussprache.

Ich bitte nun Herrn Dr. Jungmichl, das Wort zu nehmen.

(Folgt Vortrag.)

Vorsitzender: Den Beifall, den Sie gezollt haben, haben Sie mit Recht gezollt. Herr Dr. Jungmichl hat uns in dieses geheimnisvolle wunderbare Gebiet des Quecksilber-Lichtbogens vortrefflich eingeweiht. Wir sind ihm sehr dankbar dafür. Ich muß aber ehrlich bekennen, daß man — mir wenigstens geht es so — das alles zu Hause noch einmal durchstudieren möchte, da man nicht alles auf einmal richtig erfassen kann. Es wäre daher sehr schön, wenn wir bald sagen könnten: Was man schwarz auf weiß besitzt, kann man getrost nach Hause tragen, und der Herr Vortragende würde uns zu großem Dank verpflichten, wenn er seinen Vortrag in irgendeiner Form in der ETZ veröffentlichte. (Lebhafte Zustimmung.) Nochmals recht herzlichen Dank für die ausgezeichneten Ausführungen! Der Herr Vortragende hat ganz recht: man sieht, wie sich die Technik immer mehr spezialisiert, und man wird darin nur dann wirklich eingeführt, wenn man den richtigen Leitfaden bekommt. (Beifall.)

Ich bitte nun Herrn Dr. Lebrecht, seinen Vortrag zu halten.

(Folgt Vortrag.)

Vorsitzender: Ich danke auch Herrn Dr. Lebrecht namens der Versammlung für seinen außerordentlich eindrucksvollen Vortrag. Ich möchte auch hier die Bitte wiederholen, die ich an Herrn Dr. Jungmichl gerichtet habe.

Wünscht nun einer der Herren, sich zu den Vorträgen zu äußern? Ich möchte aber bitten, nicht noch weitere Vorträge zu halten, wie es manchmal üblich gewesen ist, wo einige Herren uns noch richtiggehende, zu Hause vorbereitete Vorträge verabreichen wollten. Wir wären auch für diese sehr dankbar, aber in einer anderen Sitzung. — Es scheint keine Neigung zu bestehen, eine Frage zu stellen. Dann danke ich den Herren Vortragenden nochmals herzlich für ihre ausgezeichneten Ausführungen. Ich wünsche nur, daß wir auch recht viel Nutzen davon gehabt haben. Man hatte allerdings, wie ich schon anführte, sehr viel Neues, nicht Leichtes in sich aufzunehmen.

Ich schließe dann die Sitzung mit dem Gruß: Heil! (Reger Beifall.)

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein e. V.

Birner, Heinz, Ingenieur, Luckenwalde
Fricke, Erich, Beuth-Schüler, Berlin
Harteneck, Karl, Dipl.-Ing., Berlin
Hermann, Hans, Beuth-Schüler, Bln.-Charlottenburg
Ketelhohn, Hans, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Müller, Richard, Gauß-Schüler, Berlin
Oelker, Friedrich, Elektrotechniker, Gr.-Räschen N/L.
Schuchmann, Martin, Ingenieur, Bln.-Baumschulenweg

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Deutscher Ausschuß der CIGRE.

Unter Bezugnahme auf die Mitteilung des Deutschen Ausschusses der CIGRE in ETZ 1933, S. 712, wird bekanntgegeben, daß die Gesamtberichte der diesjährigen 7. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz demnächst erscheinen werden. Die Gesamtberichte enthalten sämtliche auf der Tagung erstatteten Fachberichte einschließlich der Aussprachen über folgende Fachgebiete:

Erzeugung und Umformung der Energie,
Aufbau und Isolierung der Leitungen,
Betrieb und Schutz der Netze.

Eine große Zahl der Berichte stammt aus der Feder deutscher Fachleute.

Die Gesamtberichte (3 Bände) können durch das Generalsekretariat der Internationalen Hochspannungskonferenz, Paris, 54, Avenue Marceau, zu einem Vorzugspreis von 300 Fr. bezogen werden.

Interessenten werden gebeten, ihre Bestellung unter Hinweis auf diese Bekanntmachung baldmöglichst in Paris aufgeben zu wollen.

Deutscher Ausschuß der CIGRE.
Der Schriftführer:
gez. P. Schirp.

Digitized by Google

Bekanntmachung.

Kommission für Isolierstoffe.

Die Unterkommission „Preßstoffe" hat einen Entwurf 1 zu

VDE 0322

„Leitsätze für die Bewertung und Prüfung von Hartgummi"

aufgestellt, der nachstehend veröffentlicht wird.

Diese Leitsätze sollen dem Vorstand zur Verabschiedung und Inkraftsetzung mit dem 1. Juli 1934 zugeleitet werden.

Einsprüche gegen den Entwurf sind in doppelter Ausfertigung bis zum 5. Januar 1934 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Kommission für Isolierstoffe.

Entwurf 1.

VDE 0322.

Leitsätze für die Bewertung und Prüfung von Hartgummi.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.
§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.

II. Begriffserklärung.
§ 3.

III. Beschaffenheit.
§ 4. Oberfläche. Farbe.
§ 5. Abmaße.
§ 6. Typen. Grenzwerte.

IV. Chemische Analyse.
§ 7. Asche.
§ 8. Azetonlösliche und verseifbare Stoffe.
§ 9. Schwefel.

V. Prüfbestimmungen.

A. Allgemeines.
§ 10. Anwendung der Prüfbestimmungen.
§ 11. Versuchstemperatur.
§ 12. Spezifisches Gewicht.

B. Mechanische Prüfungen.
§ 13. Biegefestigkeit. Schlagbiegefestigkeit.

C. Thermische Prüfungen.
§ 14. Wärmefestigkeit.
§ 15. Glutfestigkeit.

D. Elektrische Prüfungen.
§ 16. Oberflächenwiderstand.
§ 17. Verlustfaktor. Dielektrizitätskonstante.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Leitsätze treten am ..... in Kraft[1].

§ 2.

Geltungsbereich.

Diese Leitsätze gelten für Platten, Stangen, Rohre und beliebige Formstücke aus Hartgummi (siehe § 3).

II. Begriffserklärung.

§ 3.

Als Hartgummi wird ein Isolierstoff aus Kautschuk bezeichnet, der unter Zusatz von Schwefel durch Heißvulkanisation gehärtet ist; hierbei können Füllmittel zugesetzt werden.

III. Beschaffenheit.

§ 4.

Oberfläche. Farbe.

Die Oberfläche von Hartgummi ist unbearbeitet, geschliffen oder poliert.

Die Farbe von Hartgummi ist gewöhnlich schwarz.

[1] Angenommen durch .....

Hartgummi wird auch in anderen Farben geliefert; die Angaben in § 6 beziehen sich jedoch nur auf schwarzes Hartgummi.

§ 5.

Abmaße.

Für Hartgummi in Platten, Stangen und Rohren gelten Abmaße nach Tafel I.

Tafel I.

Maße in mm.

1 Nennmaß[1]	2 Platten +	3 Platten −	4 Rohre (außen)[2] roh +	5 Rohre (außen)[2] roh −	6 Rohre (außen)[2] geschliffen +	7 Rohre (außen)[2] geschliffen −	8 Rohre (innen) +	9 Rohre (innen) −
bis 3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
über 3 „ 6	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
„ 6 „ 12	0,3	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
„ 12 „ 18 (24)	0,5	0,3	0,5	0,3	0,1	0,1	0,3	0,3
„ 18 (24) „ 40	0,8	0,3	0,8	0,3	0,1	0,1	0,3	0,3
„ 40	2,0	0,5	2,0	0,5	0,1	0,1	—	—

[1] Bei Platten: Dicke.
Bei Stangen und Rohren: Durchmesser.
[2] Mindestwanddicke bei Rohren: 1 mm.

Für Stangen gelten die gleichen Abmaße wie für Rohre (außen) in Spalten 4 ... 7.

Für Formstücke sind Abmaße besonders zu vereinbaren.

§ 6.

Typen. Grenzwerte.

Für Platten sowie Stangen und Rohre werden je 5 Typen (Qualitäten) durch Grenzwerte festgelegt (siehe Tafel II).

Für Formstücke sind die für Stangen gültigen Grenzwerte zugrunde zu legen, falls sich die entsprechenden Probestücke herausarbeiten lassen.

IV. Chemische Analyse.

§ 7.

Asche.

Der Gehalt an mineralischen Stoffen (Asche) ist durch Veraschung über einem Bunsenbrenner in einem Porzellantiegel zu bestimmen.

§ 8.

Azetonlösliche und verseifbare Stoffe.

a) Der Gehalt an azetonlöslichen Stoffen (einschließlich freien Schwefels) ist nach folgendem Verfahren zu bestimmen:

2-mal je 5 g geraspeltes Hartgummi werden im Normalapparat mit Azeton 8 h lang auf dem Wasserbade ausgezogen. (Das Azeton wird über entwässertem Kaliumkarbonat frisch destilliert. Zur Extraktion wird die Fraktion zwischen 56 ° und 57 ° verwendet.) Die im Azeton löslichen Bestandteile werden durch Abdestillieren des Azetons aus dem Azetonextrakt gewonnen und, von jeder Probe für sich, bei 80 ° im Trockenschrank bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

b) Der Gehalt an verseifbaren Stoffen ist nach folgendem Verfahren zu bestimmen:

Der nach a) mit Azeton ausgezogene und bei 50 ° bis 60 ° getrocknete Rückstand einer 5 g-Probe wird sofort in einem 200 cm^3-Kolben mit 50 cm^3 Benzol übergossen. Nach mindestens 12-stündigem Stehen fügt man zu der aufgequollenen Masse 50 cm^3 n/2-alkoholische Kalilauge hinzu und erhitzt 4 h lang am Rückflußkühler auf dem Wasserbade zum Sieden, filtriert in ein Becherglas und wäscht zuerst mit 100 cm^3 heißem absoluten Alkohol und dann mit 50 cm^3 heißem Wasser. Der Inhalt des Becherglases wird bis auf 15 cm^3 eingedampft, in einen Schütteltrichter gespült, mit Wasser auf etwa 100 cm^3 verdünnt, mit verdünnter Salzsäure angesäuert und mit Äther ausgeschüttelt, bis der Äther farblos bleibt. Die ätherische Lösung wird vorsichtig (möglichst ohne Sieden) in einem mit Siedesteinen beschickten, getrockneten und gewogenen Becherglas eingedampft und bei 100 ° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

§ 9.

Schwefel.

a) Der Gehalt an freiem Schwefel ist nach folgendem Verfahren zu bestimmen:

Der nach § 8 a) ausgezogene Rückstand einer Probe wird zur Bestimmung des gesamten in Azetonlösung gegangenen Schwefels mit einer Lösung von 0,2 g Magnesiumoxyd in 20 cm^3 Bromsalpetersäure bis zur vollständi-

Digitized by Google

Tafel II.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Eigenschaften							Bestandteile %[3]				
		mechanische		thermische			elektrische[1]						
Type	spezifisches Gewicht höchstens	Biegefestigkeit mindestens kg/cm²	Schlagbiegefestigkeit mindestens cmkg/cm²	Wärmefestigkeit nach Martens mindestens °C	Wärmefestigkeit nach Vicat mindestens °C	Glutfestigkeit mindestens Gütegrad	Oberflächenwiderstand mindestens Vergleichszahl	Dielektrizitätskonstante	Gesamtschwefel	Freier Schwefel höchstens	Azetonlösliche Stoffe[2] höchstens	Verseifbare Stoffe höchstens	Asche höchstens
						Platten							
I	1,2	1000	15	55	90	1	5	2,5 ··· 3,5	25 ··· 32	3	5	4	2
II	1,2	900	12	45	80	1	5	2,5 ··· 3,5	25 ··· 32	3	5	5	3
III	1,3	750	10	40	70	1	5	2,5 ··· 3,5	—	—	—	—	—
IV	1,7	600	5	70	115	2	4	3,0 ··· 4,5	—	—	—	—	—
V	1,7	600	5	60	125	2	4	über 4,0	—	—	—	—	—
						Stangen und Rohre							
I	1,2	1000	15	55	90	1	—	—	25 ··· 32	3	5	4	2
II	1,2	800	10	45	80	1	—	—	25 ··· 32	3	5	10	3
III	1,3	700	8	40	70	1	—	—	—	—	—	—	—
IV	1,7	600	5	60	100	2	—	—	—	—	—	—	—
V	1,7	600	4	50	125	2	—	—	—	—	—	—	—

[1] Der dielektrische Verlustfaktor tg δ soll (bei Platten) den Wert 0,1 nicht überschreiten. Der Widerstand im Innern ist nicht festgelegt.
[2] Für die Typen III, IV und V ist der Gehalt an diesen Stoffen nicht festgelegt.
[3] Einschließlich freien Schwefel.

gen Oxydation des Schwefels zunächst auf dem Wasserbade, später auf dem Sandbade erhitzt. Dann wird der Inhalt des Kolbens mit Wasser in einer Porzellanschale gespült und zur Trockne verdampft. Der Rückstand wird 3-mal mit je 5 cm³ konzentrierter Salzsäure abgeraucht. Nach Aufnahme des Rückstandes mit 5 cm³ konzentrierter Salzsäure und Verdünnen mit Wasser auf 100 cm³ wird die siedend heiße Lösung mit 15 cm³ heißer n/1-Bariumchloridlösung versetzt. Dann wird das Bariumsulfat bestimmt und hieraus der Gehalt an freiem Schwefel berechnet.

Die Bromsalpetersäure wird hergestellt, indem man in einer Flasche Sapetersäure (spez. Gewicht mindestens 1,48) mit 10 % reinem Brom versetzt, kräftig umschüttelt und einige Stunden stehen läßt.

Die Bariumchloridlösung enthält 122,16 g $BaCl_2 \cdot 2\,H_2O$ auf 1 l Lösung.

b) Der Gesamtschwefelgehalt wird nach dem Verfahren von Rothe bestimmt. (Vgl. DVM Nr. 76/1925 „Richtlinien für die Prüfung von Kautschuk", S. 11.)

V. Prüfbestimmungen.

A. Allgemeines.

§ 10.

Anwendung der Prüfbestimmungen.

Falls zum Nachweis bestimmter Eigenschaften Prüfungen erforderlich sind, sollen sie in der hier festgelegten Weise durchgeführt werden. Es ist also nicht erforderlich, bei einer Prüfung alle Versuche durchzuführen.

§ 11.

Versuchstemperatur.

Die Untersuchungen auf mechanische und elektrische Eigenschaften werden nach Angleichung des Prüflings an die Raumtemperatur (15 ° ··· 25 °, im Streitfalle 20 °) ausgeführt.

§ 12.

Spezifisches Gewicht.

Das spezifische Gewicht wird nach der Schwebemethode in Zinkchloridlösung bei 20 ° bestimmt.

B. Mechanische Prüfungen.

§ 13.

Biegefestigkeit. Schlagbiegefestigkeit.

Die Biege- und Schlagbiegefestigkeit werden im Anlieferungszustand bei Raumtemperatur (vgl. § 11) nach VDE 0302 „Vorschriften für die Prüfung elektrischer Isolierstoffe", jedoch an Stäben von 5 × 5 × 70 cm³ festgestellt.

Falls die vorhandenen Proben die Anwendung kleinerer Stäbe notwendig machen, ist dieses im Prüfbericht zu vermerken.

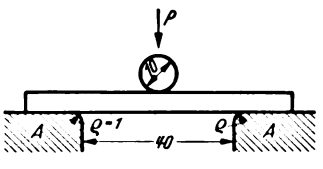


Abb. 1. Auflager beim Biegeversuch

Die Entfernung der Auflager beträgt 40 mm (siehe Abb. 1 und 2).

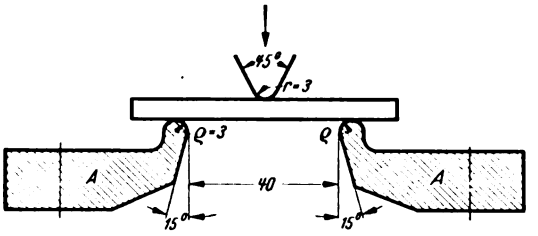


Abb. 2. Auflager beim Schlagbiegeversuch.

C. Thermische Prüfungen.

§ 14.

Wärmefestigkeit.

Die Wärmefestigkeit nach Martens wird nach VDE 0302, jedoch an Stäben von 5 × 5 × 60 mm³ in einem Prüfgerät nach Abb. 3 bestimmt.

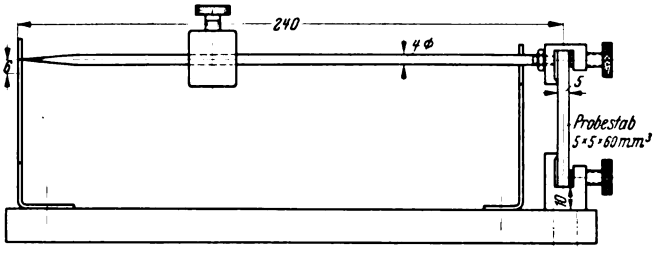


Abb. 3. Prüfgerät zur Bestimmung der Wärmefestigkeit nach Martens.

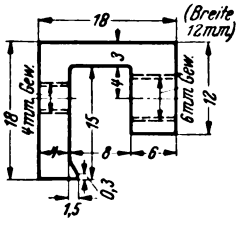


Abb. 3a. Obere Einspannvorrichtung zu dem Prüfgerät nach Abb. 3.

Falls die vorhandenen Proben die Anwendung kleinerer Stäbe notwendig machen, ist dieses im Prüfbericht zu vermerken.

Die Wärmefestigkeit nach Vicat wird nach VDE 0302, jedoch an 5 mm dicken Stücken bestimmt.

§ 15.

Glutfestigkeit.

Die Glutfestigkeit wird nach VDE 0305 „Leitsätze für die Bestimmung der Glutfestigkeit von Isolierstoffen", jedoch an Stäben von 5 × 3 × 120 mm³ festgestellt; wegen der veränderten Abmessungen ist zur Bestimmung des Gütegrades der Gewichtsverlust durch Multiplikation mit dem Faktor 3 umzurechnen.

Digitized by Google

D. Elektrische Prüfungen.

§ 16.

Oberflächenwiderstand.

Der Oberflächenwiderstand wird nach § 9 in VDE 0303/1929 „Leitsätze für die Bestimmung elektrischer Eigenschaften von festen Isolierstoffen" an einer ebenen Platte von 150 × 150 × 5 mm³ mit 1000 V Gleichspannung nach 24-stündigem Liegen in Wasser von Raumtemperatur festgestellt.

§ 17.

Verlustfaktor. Dielektrizitätskonstante.

Der Verlustfaktor und die Dielektrizitätskonstante werden nach § 21 bzw. § 26 in VDE 0303/1929 an ebenen Platten von 150 × 150 × 5 mm³ nach 4-tägigem Liegen in Luft von 80 % relativer Feuchtigkeit bei 800 Per/s und etwa 100 V Meßspannung festgestellt.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33.

Betr.: Sparpatronen mit dem VDE-Zeichen.

Die VDE-Prüfstelle hat u. a. einigen Firmen die Genehmigung zur Führung des Verbandszeichens für sogenannte Sparpatronen erteilt. Es handelt sich durchweg um Sicherungen, die aus einer Porzellan-Paßhülse mit den äußeren Abmessungen einer normalen D-Sicherungspatrone gleicher Stromstärke und aus einem dazu passenden Schmelzeinsatz bestehen.

Die genehmigten Sparpatronen müssen das Verbandszeichen und das Warenzeichen (Ursprungszeichen!) der Genehmigungsinhaber stets sowohl auf der Paßhülse als auch auf dem Schmelzeinsatz tragen.

Es ist der VDE-Prüfstelle bekannt geworden, daß verschiedentlich Firmen Sparpatronen unter dem Hinweis auf das vorhandene VDE-Zeichen angeboten haben, bei denen entweder nur der Schmelzeinsatz oder die Paßhülse mit dem Verbandszeichen versehen waren. Demgegenüber wird ausdrücklich betont, daß eine von der VDE-Prüfstelle für Sparpatronen der oben beschriebenen Art erteilte Zeichengenehmigung stets nur für beide Teile, also für den Schmelzeinsatz mit der Paßhülse gleichen Fabrikates, gemeinsam Geltung hat. Sparpatronen, bei denen nur der eine Teil das Verbandszeichen trägt, und bei denen Paßhülse und Schmelzeinsatz vielleicht sogar von verschiedenen Herstellern stammen, dürfen nicht als Sicherungen mit VDE-Zeichen angeboten werden.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Braunschweig. 23. XI. 1933, abds. 8 h, Hörsaal des Hochspannungsinst. der T. H. Braunschweig: Lichtbildervortrag Obering. A. Clausing, Berlin, „Moderne Rundfunkempfänger".

Oberschles. Elektrotechn. Verein, Gleiwitz. 24. XI. 1933, nachm. 6 h, Büchereisaal der Donnersmarckhütte in Hindenburg: Lichtbildervortrag und Filmvorführung Obering. G. W. Müller, Berlin, „Stromrichter mit und ohne Steuergitter".

Brennkrafttechnische Gesellschaft, Berlin. 2. XII. 1933, vorm. 10 h, Flugverbandshaus, Berlin, Blumeshof 17: 16. Hauptversammlung mit folg. Vorträgen: 1. Prof. Dr.-Ing. W. Wilke, Ludwigshafen, „Die Energiewirtschaft des Kraftverkehrs". 2. Dr. phil. Dr.-Ing. B. Lorenz, Essen, „Die volkswirtschaftl. Bedeutung der Dampfkraft, Elektrizität und Dieselmaschine im Eisenbahnbetrieb". 3. Reg.-Rat Dr.-Ing. Klaften, Berlin, „Neuere Entwicklung und nationale Aufgaben der Dieselmaschine". Auskunft erteilt die Geschäftstelle: Berlin W 9, Potsdamer Str. 19.

Deutsches Museum, München. 27. XI. 1933, nachm. 6¼ h, Projektionsraum des Deutschen Museums: Lichtbildervortrag J. Brandl, München, „Schweizer Gas- und Elektrizitätswerke".

Verein deutscher Ingenieure, Berlin (Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure). 30. XI. 1933, abds. 7½ h, gr. Saal des Ingenieurhauses, Hermann-Göring-Str. 27: 4., letzter Vortrag der Reihe „Oberflächenbehandlung": Dr. R. Justh, Berlin, „Galvanisierverfahren und -anlagen".

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

E. Kosack. — Dipl.-Ing. Emil Kosack ist zum Oberstudiendirektor der Höheren Technischen Staatslehranstalten in Hagen i. W. ernannt worden. Herr Kosack war 1932 als kommissarischer Direktor von Magdeburg nach Hagen berufen worden[1].

F. Schraeder. — Dipl.-Ing. Friedrich Schraeder, seit 1913 technischer Direktor der Mannheimer Werke, ist als Nachfolger von Gen.-Dir. Pichler zum Amtsvorstand der Wasser-, Elektrizitäts- und Gaswerke der Stadt Mannheim ernannt worden.

[1] ETZ 1932, S. 926.

LITERATUR.

Besprechungen.

Über den Spannungszustand und die Festigkeit von Kehlnähten. Über die Wirkung von Blasen und Kerben von autogen und elektrisch geschweißten Nähten. Von Obering. E. Höhn. Mit 69 Abb. u. 48 S. in 8°. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn AG., Braunschweig 1931. Preis geh. 2 RM.

Der durch eine Reihe grundlegender Festigkeitsuntersuchungen an Schweißnähten bereits bekannte Verfasser, gleichzeitig der Erfinder der nach ihm benannten, viel umstrittenen Sicherheitslaschen, behandelt hier zunächst die Spannungen, die in Flanken- und Kehlnähten bei überlappt geschweißten Körpern auftreten, rechnerisch und durch Prüfungen an Schweißstücken und kommt zu dem Ergebnis, daß die Länge h des gleichschenklig rechtwinklig angenommenen Dreiecks maßgebend ist für die Festigkeitsberechnung, abweichend von der bisher üblichen Auffassung, welche die Höhe a des eingeschweißten Dreiecks hierfür in Anspruch nimmt. Die bisher in Deutschland und auch in vielen anderen Ländern bereits erlassenen Berechnungsvorschriften kennen nur das Maß a, schon weil in vielen Fällen gleiche Schenkellängen bei der Schweißkehle nicht vorhanden sind. — Der zweite Abriß des Büchleins behandelt die Blasen und Kerben in der Schweißnaht, ebenfalls auf Grund von Berechnung und Prüfung, und kommt zu dem heute allgemein anerkannten Ergebnis, daß kleinere Blasen (Poren) in der Schweiße weniger deren Festigkeit beeinträchtigen (wohl aber die oft verlangte Dichtigkeit), daß anderseits jede Kerbe, ob im Innern oder an der Oberfläche der Naht, von Übel ist. Die Vorschläge zur Vermeidung derselben sind schon allgemein in die Praxis übergegangen. Leider vermißt man die Erwähnung der heute für größere Wandstärken stets angewandten U-Naht, bei der die Grundkerbe vor dem Nachschweißen stets geöffnet wird, wodurch Festigkeiten bis über 100 % des Ursprungstoffes in der Naht erzielt werden. J. C. Fritz, Köln.

Mining Electrical Engineering. Von H. Cotton. Mit 212 Abb., VIII u. 310 S. in 8°. Verlag Chapman & Hall, Ltd., London 1931. Preis geb. 15 s.

Das Buch gibt eine Übersicht über das Gebiet der Elektrotechnik, soweit es für den im Bergbau tätigen Elektroingenieur in Betracht kommt. Ausgehend von den elektrischen und magnetischen Grundbegriffen, die in verständlicher Form klargelegt werden, bringt es nach einem kurzen Kapitel über die galvanischen Elemente und Akkumulatoren zunächst eine Behandlung der Gleichstromgeneratoren und -motoren. Darauf folgen die Grundbegriffe des Wechsel- und Drehstroms und im Anschluß daran die Drehstromgeneratoren und -transformatoren. Den Schluß bilden zwei Kapitel über die Verfahren zum Messen der

Digitized by Google

elektrischen Größen und über die elektrische Beleuchtung, die Lichtverteilung, die Verfahren zum Messen der Beleuchtungstärke usw. Zur Erläuterung werden an verschiedenen Stellen des Buches außer den normalen Ausführungsformen der Motoren usw. Anwendungen aus dem Gebiete des Bergbaues gebracht, wie ein Gleichstrom-Schrämmaschinenmotor, schlagwettergeschützter Anlasser, Flüssigkeitswiderstände für größere Haspel usw.

Die Darstellung ist einfach und klar. Bei der Beurteilung des Buches muß man davon ausgehen, daß es nicht für den in der Elektrotechnik schaffenden Ingenieur, sondern für den im Bergbau tätigen Ingenieur geschrieben ist, dem es nur darauf ankommen kann, die elektrischen Grundbegriffe und das Wichtigste über Aufbau und Verhalten der elektrischen Maschinen usw. kennen zu lernen. Bei der Auswahl der Anwendungsbeispiele hätte teilweise noch mehr auf neueste Anlagen und Ausführungen Rücksicht genommen werden können: so hätten die Kurzschlußläufermotoren hinsichtlich ihres Verhaltens und ihrer zahlreichen Anwendungen im Bergbau, ferner die sehr wichtigen Starkstrom-Beleuchtungsanlagen im Abbau kurz behandelt werden müssen. Auch eine Darstellung der Gefahren elektrischer Anlagen unter Tage und ihre Bekämpfung wäre am Platze gewesen. Im ganzen kann aber gesagt werden, daß die leicht verständliche Darstellung das Buch für den im Bergbau tätigen Elektroingenieur wertvoll und brauchbar macht.

W. Philippi.

Mechanik. Statik u. Dynamik der festen Körper u. d. Flüssigkeiten u. Festigkeitslehre. Von Prof. Dipl.-Ing. G. Haberland. 3., neubearb. Aufl. (Betriebstaschenbuch, herausg. v. Ministerialrat Prof. R. Horstmann u. Prof. Dr.-Ing. K. Laudien.) Mit 236 Abb., VIII u. 225 S. in 8°. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1931. Preis kart. 3,60 RM.

In anschaulicher und leicht verständlicher Form führt der Verfasser in das gesamte Gebiet der Mechanik einschließlich Festigkeitslehre ein. Die einzelnen Abschnitte sind scharf gegeneinander abgegrenzt. Die Fülle der ebenfalls klar behandelten Beispiele unterstützt wesentlich die Theorie und wird dem Leser bei selbständigen Arbeiten sehr förderlich sein. Alle mathematischen Schwierigkeiten sind vermieden und nur die Grundlehren der Geometrie und Algebra werden vorausgesetzt. Das vom Verfasser erstrebte Ziel, dem Betriebsmann Kenntnisse und Überblick über das große Gebiet der Mechanik zu vermitteln, kann in den gesteckten Grenzen als voll erreicht bezeichnet werden.

Horst Müller.

Graphische Analysis vermittelst des Linienbildes einer Funktion. Von Prof. Dr. E. Meissner. Mit 47 Abb. u. 60 S. in 8°. Verlag der Schweizerischen Bauzeitung, Zürich 1932. Preis kart. 4 Fr.

Bei der Darstellung einer Funktion in rechtwinkligen Koordinaten haben die Differentialquotienten und das Integral verschiedene Dimensionen. Um dies zu vermeiden, verwendet der Verfasser zur graphischen Darstellung einer Funktion $p(u)$ eine besondere Form von Polarkoordinaten. Als unabhängige Veränderliche wird ein Winkel u gewählt, der von einer Bezugsachse aus im Gegenzeigersinn positiv aufgetragen wird. Auf dem freien Schenkel wird die dem jeweiligen Wert von u entsprechende Strecke $\overline{OQ}_u = p(u)$ aufgetragen und in Q_u eine mit Richtungsinn behaftete Normale zu $\overline{OQ}_u$ errichtet. Zu jedem Wert von u gehört eine solche Gerade, die als Stützlinie bezeichnet wird. Die Gesamtheit dieser Stützlinien umhüllt eine Kurve, deren Form für die Funktion $p(u)$ charakteristisch ist und die das Linienbild von $p(u)$ heißt. Bei dieser Darstellung ergibt sich das Linienbild der Ableitung einer Funktion als die Evolute des Linienbildes der Funktion, während das Integral durch die Evolvente dieses Linienbildes dargestellt wird. Die Anwendung des geschilderten Verfahrens für die graphische Differentiation und Integration wird an zahlreichen praktischen Beispielen gezeigt, von denen auch einige für elektrotechnische Probleme in Betracht kommen. Das Studium des kleinen Büchleins kann allen Ingenieuren wärmstens empfohlen werden, die schwierigere Differentialgleichungen numerisch zu lösen haben.

H. Kafka.

Die deutsche Elektroindustrie und der Absatz ihrer Erzeugnisse in der Nachkriegszeit. Von Dr. oec. A. R. Glardon. Mit 126 S. in 8°. Hans Christians Druckerei u. Verlag, Hamburg 36, 1933. Preis geh. 4,80 RM.

Die vorliegende Schrift faßt die in Büchern und Zeitschriften verstreute Literatur in systematischer und übersichtlicher Darstellung zusammen. Sie vermittelt zunächst ein recht ausführliches Bild von dem Umfang (Zahl der Beschäftigten, Höhe des Umsatzes) und Aufbau (Standorte, bedeutendere Firmen und deren Verflechtungen, Verbände usw.) der fabrizierenden deutschen Elektroindustrie. Es folgt eine Darstellung der Grundlagen des Absatzes elektrotechnischer Erzeugnisse, und zwar der technischen Grundlagen (Elektrizitätsversorgung und Verwendungsmöglichkeiten des elektrischen Stromes), der betriebswirtschaftlichen Grundlagen (Produktionskosten und Absatzorganisation) sowie der marktwirtschaftlichen Grundlagen (Struktur der Absatzmärkte, finanzkapitalistische Beeinflussung der Absatzmärkte und außenhandelspolitische Verhältnisse). Den dritten und Hauptteil bildet eine ausführliche Untersuchung der einzelnen Absatzmärkte der deutschen Elektroindustrie: Binnenmarkt, sonstige europäische Staaten, übrige Erdteile. Das europäische Ausland ist nach Staatengruppen gegliedert, von den außereuropäischen Ländern sind nur die 10 wichtigsten untersucht. Den Schluß der Arbeit bildet eine Betrachtung der Lage der deutschen Elektroindustrie in den Krisenjahren.

Bei der Darstellung der beiden Elektrogroßfirmen vermißt man einen Hinweis, daß es sich hier nicht um das handelt, was man gewöhnlich unter Konzernen versteht, nämlich durch Zusammenschluß verschiedener Unternehmungen oder durch Aktienzusammenballung künstlich geschaffene Gebilde, sondern um aus kleinsten Anfängen natürlich erwachsene Organismen, was doch für ihre Beurteilung von entscheidender Bedeutung ist. Bei der Betrachtung amerikanischer Zahlen, so beispielsweise des Kapitals der General Electric Co. (223 Mill $) und ihres Umsatzes ist immer zu bedenken, daß sich die dortigen Verhältnisse wegen der sehr verschiedenen inneren und äußeren Kaufkraft des Dollars nicht ohne weiteres mit den deutschen vergleichen lassen. Die Darstellung der außenhandelspolitischen Verhältnisse dürfte etwas zu kurz gekommen sein. Bei der überragenden Bedeutung der Außenhandels- und Handelsvertragspolitik hätte dieser Abschnitt eine ausführlichere Behandlung erfordert. In der Schrift findet sich u. a. der Hinweis auf die bekannte Tatsache, daß der Bedarf an elektrotechnischen und sonstigen technischen Erzeugnissen in Industrieländern viel größer ist als in Agrarländern. Es dürfte für alle am Außenhandel beteiligten Kreise von Bedeutung sein, wenn diese Erscheinung in einer besonderen Abhandlung einmal näher untersucht würde. Leider reichen die mitgeteilten Zahlen nicht in die neueste Zeit, so daß die für die Ausfuhr so katastrophal verlaufene neueste Entwicklung nicht in Erscheinung tritt. — Alles in allem kann man sagen, daß die vorliegende Arbeit eine gediegene Kenntnis der Materie offenbart und für Ingenieure und Kaufleute, insbesondere für die im Außenhandel tätigen, von praktischem Wert sein dürfte.

G. Becker.

Kälteprozesse, dargestellt mit Hilfe der Entropietafel. Von Prof. P. Ostertag. 2., verb. Aufl. Mit 72 Textabb., 6 Taf., IV u. 112 S. in 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1933. Preis geh. 7,50 RM, geb. 8,80 RM.

Durch die Arbeiten von Ostertag wurde der Kältemaschinenbau mit einer theoretischen Grundlage ausgestattet, die den besonderen Vorzug der Anschaulichkeit und bequemen Anwendbarkeit besitzt. Es handelt sich um die Aufstellung der Entropiediagramme, in denen sich jede Zustandsänderung leicht abbilden läßt, so daß man alle Vorgänge, die in einer Kälteanlage stattfinden, schnell übersehen kann. In der vorliegenden zweiten Auflage hat der Inhalt die Erweiterungen erfahren, die infolge der neueren Entwicklung des Kältemaschinenbaus erforderlich waren. Gerade diese neuen Abschnitte, die die mehrstufige Verdampfung betreffen, zeigen die Vorteile der gewählten Darstellungsweise, auch bei der Behandlung verwickelter Aufgaben. Dieses Buch bedarf keiner weiteren Empfehlung, es gehört zu dem unentbehrlichen Rüstzeug eines Ingenieurs.

A. Zinzen.

Jurist oder Ingenieur? Eine Kritik der Handhabung der Patentgesetze durch die ordentlichen Gerichte. Von Prof. F. Punga. H. 2 von „Technik und Recht". Herausg. v. F. List u. C. H. Henco. Mit 18 Abb., X u. 164 S. in 8°. Verlag J. Bensheimer, Mannheim, Berlin, Leipzig 1933. Preis kart. 6,50 RM.

Der Verfasser tritt an Hand eines vor den drei dafür vorgesehenen Instanzen (Landgericht, Kammergericht, Reichsgericht) geführten Patentprozesses für die alte Forderung der Techniker ein, die Rechtsprechung in Patentsachen den ordentlichen Gerichten zu entziehen und an vorwiegend mit Technikern besetzte Sondergerichte zu

Digitized by Google

übertragen. So gerechtfertigt diese Forderung ist, ob bei ihrer Erfüllung der vorliegende Prozeß im Sinne des Verfassers ausgelaufen wäre, steht dahin. Es handelt sich um ein verwickeltes Sondergebiet, um Auswuchtmaschinen, und noch dazu um ein Patent, dessen Fassung an Klarheit sehr zu wünschen übrig läßt. Die Ansichten der technischen Sachverständigen gehen schon darüber auseinander, was nach dem Wortlaut der Patentunterlagen Gegenstand des Patents ist. Für die Feststellung des Schutzumfangs und der Verletzung fehlt es somit von vornherein an einer sicheren Grundlage.

Die Bedeutung der sehr lesenswerten Schrift liegt darin, daß an einem konkreten Falle, dessen Verlauf an Hand der Ausführungen der Parteien, der Sachverständigengutachten und der Instanzurteile in allen Einzelheiten geschildert ist, die Mängel der jetzigen Behandlung solcher Prozesse offen, wenn auch nicht ohne Schärfe vor Augen geführt werden. Wenn man dem am Ausgang des Prozesses offenbar stark interessierten Verfasser auch nicht in allem, was er vorbringt, beipflichten kann, so wird das Buch mit seinem eindringlichen Tatsachenmaterial doch eine starke Unterstützung für die Kreise sein, die auf Grund ihrer Erfahrungen mit den Gerichten eine Abänderung des heutigen Rechtsweges in Patentsachen anstreben. Der Verfasser will an Stelle des bisherigen Juristenkollegiums ein fünfköpfiges Kollegium mit einem Juristen als Vorsitzenden, zwei technischen Berufsrichtern und zwei für den besonderen Fall als Richter und nicht als Sachverständige hinzugezogenen Fachleuten gesetzt wissen. Er hofft damit, Rechtsanwälte und besondere gerichtliche Sachverständige entbehrlich zu machen und so Dauer und Kosten der Prozesse herabzusetzen. Die heutige Zeit, in der man sich mit einer grundlegenden Neugestaltung des deutschen Rechts befaßt, ist für solche Bestrebungen besonders günstig. Es ist zu hoffen, daß dabei die Ausführungen des Buches Berücksichtigung finden und die für die gerechte Entscheidung von Patentverletzungsprozessen unentbehrliche technische Einsicht im Sinne des Verfassers unmittelbar und ungeschmälert zur Wirkung gelangt. Kahle.

Eingegangene Doktordissertationen.

Otto Dietzmann, Technische Untersuchung nichtsachlicher Werte bei Fernsprechanlagen. T. H. Berlin 1928.

Georg Gründer, Versuche mit Leder- und Textilriemen zur Ermittlung der zulässigen Belastungen. T. H. Berlin 1932. (Erscheint auch als selbständiges Buch im Verlag „Ledertreibriemen und Technische Lederartikel", Berlin W 62, Kurfürstenstr. 85.)

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Investitionen der deutschen Elektrizitätsversorgung 1928 ··· 1931. — Über die Ergebnisse einer Untersuchung des Statistischen Reichsamtes über die Investitionen der Versorgungswirtschaft — Elektrizitäts-, Gas- und Wasserversorgung — in den Jahren 1928 ··· 1931 wird in Wirtschaft und Statistik, Heft 13 (1933) berichtet.

Was den Umfang der Untersuchungen betrifft, so erstrecken sich diejenigen, die die Elektrizitätsversorgung angehen, auf Aktiengesellschaften der Stromlieferungsindustrie, die im Jahre 1931 eine nutzbare Stromabgabe von 14,1 Mrd kWh aufzuweisen hatten. Da im gleichen Jahre die gesamte Stromabgabe aller öffentlichen Elektrizitätswerke sich auf rd. 19,5 Mrd kWh stellte[1], entfällt somit auf den erfaßten Ausschnitt ein Anteil von rd. 72 %. Die aus der Bilanzanalyse ermittelten Ergebnisse dürften somit den wichtigsten Teil der tatsächlichen Investitionsvorgänge enthalten, zumal es sich bei den nichterfaßten Gesellschaften im Durchschnitt um kleinere Unternehmungen mit geringerer Investitionskraft handelt.

Bezüglich der Veränderung des Anlagevermögens, und zwar der Neuanlagen (Neu-, Um- und Erweiterungsbauten sowie die vermehrte Ausstattung mit Maschinen und Inventar), also Neuinvestitionen, durch die der Sachgüterbestand der Gesamtwirtschaft vermehrt worden ist, sowie der Ersatzanlagen (Investitionen, die der laufenden Erneuerung und Erhaltung des vorhandenen Bestandes an Sachanlagen dienen) ist die Untersuchung zu folgenden Ergebnissen gelangt:

[1] Nach der Statistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke.

Investitionen der öffentlichen Elektrizitätsversorgung.

Jahr	Neuanlagen	Ersatzanlagen
	in Mill RM	
1928	+ 386,1	132,8
1929	+ 409,9	154,6
1930	+ 238,0	173,4
1931	+ 49,6	169,6
1928 ··· 1931	+ 1083,6	630,4

In dem untersuchten Ausschnitt der deutschen öffentlichen Elektrizitätsversorgung sind danach in den Jahren 1928 ··· 1931 Neuanlagen von insgesamt rd. 1,1 Mrd RM durchgeführt worden. (Auf die Elektrizitätswirtschaft entfällt mit 82 % der Neuanlagen der überwiegende Teil der für den Kreis der erfaßten Versorgungsbetriebe ermittelten Neuanlagen.) Auf Grund einer früheren Untersuchung des Instituts für Konjunkturforschung[2] wurden für den Zeitabschnitt 1924 ··· 1927 die entsprechenden Neuinvestitionen auf 1,2 Mrd RM berechnet. Nach diesen Ergebnissen sind somit in der Gesamtzeitspanne 1924 ··· 1931 Neuanlagen in der öffentlichen deutschen Stromversorgung im Werte von rd. 2,3 Mrd RM durchgeführt worden. Da jedoch, wie ausgeführt, die Ermittlung nicht auf die gesamte öffentliche Stromversorgung Deutschlands ausgedehnt wurde, liegt der tatsächliche Neuinvestitions-Aufwand noch über diesem Wert.

Der Höhepunkt in der Investitionstätigkeit wurde im Jahre 1929 mit rd. 410 Mill RM erreicht. Die folgenden Jahre brachten dann infolge der Verknappung der Kreditmärkte und des Nachlassens des Stromabsatzes einen anhaltenden scharfen Rückgang der Aufwendungen für Neuanlagen. Die wenigen für 1932 vorliegenden Abschlüsse konnten noch kein Gesamtbild vermitteln. Aus den verfügbaren Unterlagen geht jedoch eine weitere scharfe Drosselung der Investitionen hervor, die so stark ist, daß vielfach nicht einmal mehr die Ersatzanlagen in vollem Umfange vorgenommen sind.

Der große Neuinvestitionsumfang in der Elektrizitätsversorgung spiegelt sich in der starken Erhöhung der installierten Generatorenleistung der Werke wider, die aus der folgenden Aufstellung ersichtlich ist:

Öffentliche Elektrizitätswerke.

Jahr	Stromerzeuger Install. Leistung Mill kW	Veränderung gegen Vorjahr %
1927	5,73	+ 10,7
1928	6,30	+ 9,9
1929	7,49	+ 19,0
1930	7,96	+ 6,3
1931	8,01	+ 0,6

Neben dem Ausbau der Werke, bei dem in den letzten Jahren Wasserkraftanlagen mit ihrem bedeutend höheren Kapitalbedarf stärker als Wärmekraftwerke hervorgetreten sind, benötigten die Verteilungsanlagen, vor allem der Ausbau des regionalen und überregionalen Systems von Höchstspannungsleitungen, sehr erhebliche Beträge. Besonders bedeutungsvoll waren hier die Bauten des RWE. Im Vordergrund standen dabei die großen 220/380 kV-Leitungen Bludenz—Brauweiler (Vorarlberg—Rheinland) mit Anschlüssen an die großen neuen Wasserkraftwerke im Südwesten Deutschlands, ferner die 220 kV-Ringleitung im Ruhrgebiet mit Anschluß einer Reihe großer Industriewerke im Rhein- und Ruhrgebiet. Eine Anzahl anderer Elektrizitätsunternehmungen hat im übrigen Deutschland ebenfalls große Überlandleitungen errichtet, so z. B. die Elektrowerke AG., die Sächsische Werke AG., die Bayernwerk AG. u. a.

Entsprechend der Zunahme des Anlagevermögens durch Neuinvestitionen erhöhten sich die der laufenden Abnutzung und Überalterung der vorhandenen Anlagen Rechnung tragenden Abschreibungen in den letzten Jahren beträchtlich. Sie erreichten 1930 ··· 1931 für die Elektrizitätsversorgung eine durchschnittliche Höhe von rd. 170 Mill RM, sie wurden in voller Höhe zu Ersatzinvestitionen verwendet. *hw.*

[2] Kapitalbildung und Investitionen in der deutschen Volkswirtschaft 1924 ··· 1928, Sonderheft 22.

Abschluß des Heftes: 17. November 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Maschinelle Arcatomschweißung.

Mitteilung der AEG.

Die Schutzgasschweißung nach Langmuir wird unter dem Namen Arcatomschweißverfahren seit Jahren in der Praxis angewandt. Die Ausrüstung für dieses Verfahren besteht aus dem Transformatorengerät, das die Netzspannung in die erforderliche Schweißspannung umwandelt, dem Schweißbrenner zur Aufnahme der Wolfram-Elektroden von 1,5 bzw. 3 mm Durchmesser und der Wasserstoffquelle.

Der Lichtbogen wird unter Verwendung eines Wechselstromes zwischen zwei Wolfram-Elektroden gezogen, denen durch die am Brennerkopf angebrachten

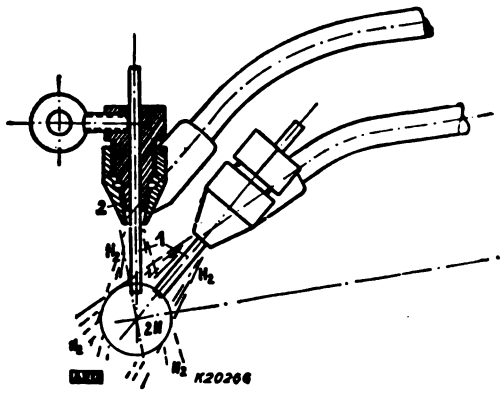


Abb. 1. Schematische Darstellung des Arcatom-Schweißkopfes

Ringdüsen Wasserstoff zugegeben wird (Abb. 1). Der molekulare Wasserstoff wird unter der Einwirkung des Lichtbogens in Atome gespalten, wobei aus der Umgebung (dem Lichtbogen) Wärmeenergie aufgenommen wird. Bei der Wiedervereinigung der Atome zu Molekülen am Werkstück wird die erhöhte Wärme zum Schweißen ausgenutzt. Die schädlichen Einflüsse der Luft werden durch die Wasserstoffhülle vom Schweißgut ferngehalten. Allgemein liegt der große Vorteil der Arcatomschweißung in der Erhöhung der Dehnbarkeit der Schweißnähte, die Biegewinkel bis 180° ergibt. Die Nähte sind glüh- und anlaßbeständig und vakuumdicht; sie haben ein äußerst glattes Aussehen. Das Schweißgefüge ist sehr feinkörnig.

Außer Stählen lassen sich nach diesem Verfahren fast alle Legierungen und auch Nichteisenmetalle verschweißen. Bei der Herstellung von Rohren und Behältern mit großen Nahtlängen wird meistens der Brenner nicht von Hand geführt, weil dadurch die Gleichmäßigkeit der Naht und die Wirtschaftlichkeit des Arbeitens beeinträchtigt wären. Die AEG hat deshalb für diese Fälle einen neuen Brenner, den Arcatomschweißkopf A_1 (Abb. 2 und 3), geschaffen, der eine maschinelle Verschweißung gestattet.

Auch hier werden genau wie beim Handschweißbrenner Wolfram-Elektroden von 1,5 und 3 mm Durchmesser, jedoch von 500 mm Länge gegenüber 300 mm bei der Handschweißung benutzt. Zum Zwecke einer fortlaufenden Nachstellmöglichkeit werden die Elektroden in besondere Transportspindeln eingesetzt. Jede Elektrode kann um 120 mm nachgestellt werden, was für einen etwa dreistündigen Schweißbetrieb ausreicht. Infolge des geringen Wolframabbrandes ist der Vorschub der Wolframelektroden für Handbetätigung ausgelegt. Eine seitliche Verstellbarkeit der beiden Elektrodenköpfe ermöglicht die Einstellung des scheibenartigen Lichtbogens in die günstigste Stellung zur Schweißnaht. Die Schutzhaube (Abb. 2) dient nicht nur zur Abblendung gegen die Lichtbogenstrahlen, sondern auch zum Schutze der mechanischen Antriebsorgane gegen auftretende Wärme. Schutzhaube und beide Elektrodenzuführungen sind mit einer Wasserkühlung versehen. Die Elektrodenzuführungen werden zum Zwecke einer größeren Lebensdauer aus einem hitzebeständigen, unmagnetischen Stahl angefertigt. Die Schutzhaube hat vorn ein Schauloch mit feuerfester Glasabdeckung zur einwandfreien Beobachtung des Lichtbogens.

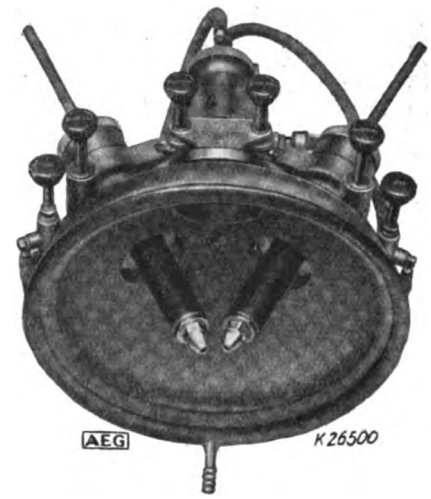


Abb. 2. AEG-Arcatom-Schweißkopf A_1, Ansicht von unten.

Im Innern und auch außerhalb der Schutzhaube ist eine Fangrinne zum Ableiten etwaigen Kondenswassers vorgesehen.

Zur Vermeidung von Zerstörungen des Schweißkopfes beim Arbeiten ohne Wasserkühlung ist ferner noch ein Sicherheitsschalter vorgesehen, der das Einschalten des Arcatomgerätes erst bei Wasserzufuhr zuläßt oder bei plötzlichem Versagen der Wasserzufuhr sofort abschaltet. Jeder Elektrodenhalter hat ein Ventil für die Wasserstoffreglung, so daß der Wasserstoffverbrauch auf einen Kleinstwert beschränkt werden kann.

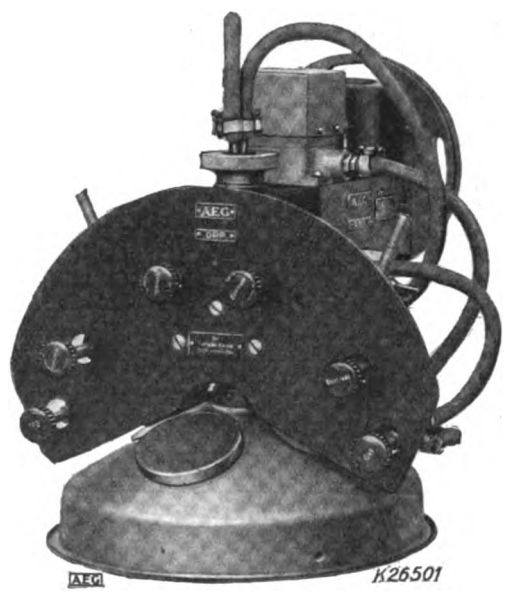


Abb. 3. AEG-Arcatom-Schweißkopf A_1, Ansicht von vorn.

Um auch eine Neigung des Schweißkopfes in der Elektrodenebene zu erreichen, ist der Befestigungsflansch mit Langlöchern versehen. Zum Zweck einer leichteren Verstellung hat der Flansch einen Zentrierzapfen.

Entsprechend dem Verwendungszweck des Schweißkopfes kann entweder das Werkstück unterhalb des feststehenden Schweißkopfes bewegt werden, oder der Schweißkopf wird über dem feststehenden Werkstück verfahren, wobei der Schweißkopf an einem auf einer besonderen Fahrbahn laufenden Schweißkopfwagen angebaut wird. Der Fahrantrieb des Schweißkopfwagens erfolgt durch einen Gleichstrommotor mit großem Regelbereich für die Fahrgeschwindigkeit, deren weitere Unterteilung durch Einbau von Zwischengetrieben jederzeit erfolgen kann. Die Brennerbauart erlaubt die Verwendung der Arcatomschweißköpfe auch als Ersatz für autogene Schweißbrenner an Rohrschweißstraßen.

Bei Verwendung des Arcatomkopfes wird nicht nur die Güte der geschweißten Rohre, sondern auch vielfach die Menge der Erzeugung gesteigert. Mit dem Arcatomschweißkopf geschweißte Rohre haben ausgezeichnete Bördel- und Faltproben ergeben; Zerstörungen traten stets nur neben, aber nicht in unmittelbarer Nähe der Schweißnaht auf.

Digitized by Google

Scheinwerfer

und sämtliche Bühnenbeleuchtungsapparate

Emil Niethammer Stuttgart-W

Elektrotechnische Fabrik Rosenbergstr. 16/18

METALLÄTZWERK HAMBURG Telefon 248718

Danzigerstr. 40

Hans Kindermann

Skalen Schilder Teilungen

Luftschutz-Feueralarm

nur durch

Kobold Sirenen

Georgii Elektro-Motoren-Apparatebau Aktiengesellschaft **Stuttgart-O 2**

Fernruf 40724, 40041 / Drahtanschrift Georgiimotoren

Transformatoren-fachmann

mit langjähr. Praxis im Bau erstkl. Transform. jeder Größe nach deutschen und amerikanischen Grundsätzen und Kenntnis der Fabrikation sämtl. zugehörig. Isolierstoffe, sucht pass. Wirkungskreis im Auslande.

Sprachkenntnisse: Engl., Franz., Russisch. Gefl. Zuschriften unt. **E. 3772** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Ingenieur

Mitte 30, ledig, langjähr. Leiter von Übersee-Geschäftsstelle m. gründl. b. Weltfirmen erw. Erfahr. in Büro, Fabrik u. Reise, k. dtsch. Markt u. europ. Ausland., einwfr. Ruf., sucht Arbeitsfeld evtl. mit Beteiligung. Ang. u. **E 3766** an die Anz.-A. d. ETZ, Bln. W 9.

Junger

Physiker

sucht Anfangsstellung, spezielle Kenntnisse auf dem Strahlungsgebiet, Tonfilm, Fernsehen.

Offerten unt. **E. 3781** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

E.-Ingenieur mit langjähriger Praxis in der Führung mittlerer E.-Werke sucht z. sofort. Antritt Stellung als

Betriebsleiter

Gut. Zeugn. u. Referenz. Führerschein 3 b. Offert. unt. **E. 3776** an d. Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9.

Dipl.-El.-Ing.

mit mehrjährig. Praxis bei Weltfirma, sucht Stelle in Laboratorium oder Prüffeld (In- oder Ausland). Angeb. unt. **E. 3761** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbet.

Elektroingenieur

Absolv. d. staatl. anerk. H. M.-Schule Dresden sucht Anfangsstellung, Bahnbau bevorzugt, Alter 25 J., 6 J. prakt. tätig in Kleinmot.-Bau, Meßinstr.-Bau, elektromed. App. Angeb. erb. unter **E 3770** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Mitteldeutsches Ueberlandwerk sucht z. Leitg. sein. Zählerabt. zuverl.

Zählermeister

der über langj. prakt. Erfahr. i. Eich. u. Repar. v. Wechs.- u. Drehstr.-Zähl. aller Fabr. u. Syst. sowie über Kenntn. in Tarifwesen verfügt u. Geschick i. Verkehr m. Abn. besitzt.

Ang. mit Lebenslauf, Lichtb., Zeugn. u. Gehaltsanspr. erb. unter **E. 3768** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Verkaufs-Büro-Leiter für Berlin

Erste Kraft

für bedeutende Spezialfabrik des Elektromaschinenbaus (Motoren, Generatoren, Transformatoren, Schaltanlagen) gesucht. Nur erfahrene Herren mit besten Fachkenntnissen und sicherem, gewandtem Auftreten können in Betracht gezogen werden.

Ausführliche Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Angabe der Gehaltsansprüche und des frühesten Eintritt-Termins zu richten unter **E. 3777** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Für große, altangesehene, norddeutsche **elektrotechnische Spezialfabrik** wird zur stets flotten und absolut verläßlichen Inganghaltung des gesamten kaufm. Apparates ein hierin unbedingt erfahrener, hochbefähigter

Elektro-Voll-Kaufmann

baldigst gesucht. — Bewerber müßte auch imstande sein, die bestehende Vertreter-Organisation weiter auszubauen und über sämtl. Kenntnisse u. Erfahrg. für ein verstärktes Aufziehen des Auslands- u. Ueberseegeschäftes verfügen. Die hierzu notwendigen Sprachkenntn. dürfen nicht fehlen. — Nur Herren, die einen ähnl. leitenden Posten bereits bekleidet haben, einem größeren Personal energisch vorzustehen gewohnt sind und die tatsächlich allen gestellten hohen Anforderungen nachweislich genügen, wollen sich unter Beifügung von Lebenslauf, Zeugnissen, Referenzen, Gehaltsansprüchen und Lichtbild sowie Angabe des frühesten Eintrittstermins melden unt. **„K. 984"** an Annonc.-Exped. **Max Gerstmann, Berlin W 9.** Angebote werden streng vertraulich behandelt und zurückgegeben. [3778]

Größere elektrotechnische Spezialfabrik beabsichtigt die Fabrikation

elektrischer Herde

aufzunehmen und sucht zur Entwicklung und Leitung dieser Abteilung einen durchaus **erfahrenen, selbständigen**

Oberingenieur

Ausführl. Angebote m. Lichtb., Ansprüchen, erb. u. **E. 3779** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Elektroingenieur

Diplomingenieur für Akquisition,

(Besuch von Industrie- u. Elektrizitätswerken), für einen größeren Arbeitsbezirk in Westfalen zum baldigen Diensteintritt als Mitarbeiter gesucht. Auf dem Gebiete der techn. Beratung erfahrene und im Verkauf gewandte Herren wollen ihre Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Referenzen, Gehaltsansprüchen und Lichtbild einsenden unter **E. 3785** an die Anzeigen-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Anzeigen finden durch die ETZ weiteste Verbreitung

Fortsetzung auf Seite 16.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 30. November 1933** **Heft 48**

Rückblick auf die Elektrowärme-Ausstellung Essen.

Von Ing. **E. Beck**, Berlin.

Die Kenntnisse über die Elektrowärme, die man in der Allgemeinheit antrifft, sind gering. Auf der anderen Seite muß beachtet werden, daß dieses Anwendungsgebiet der Elektrizität für die Zukunft große Möglichkeiten hat. Deshalb war die Fachausstellung Elektrowärme, über die hier zurückblickend berichtet wird, eine Notwendigkeit.

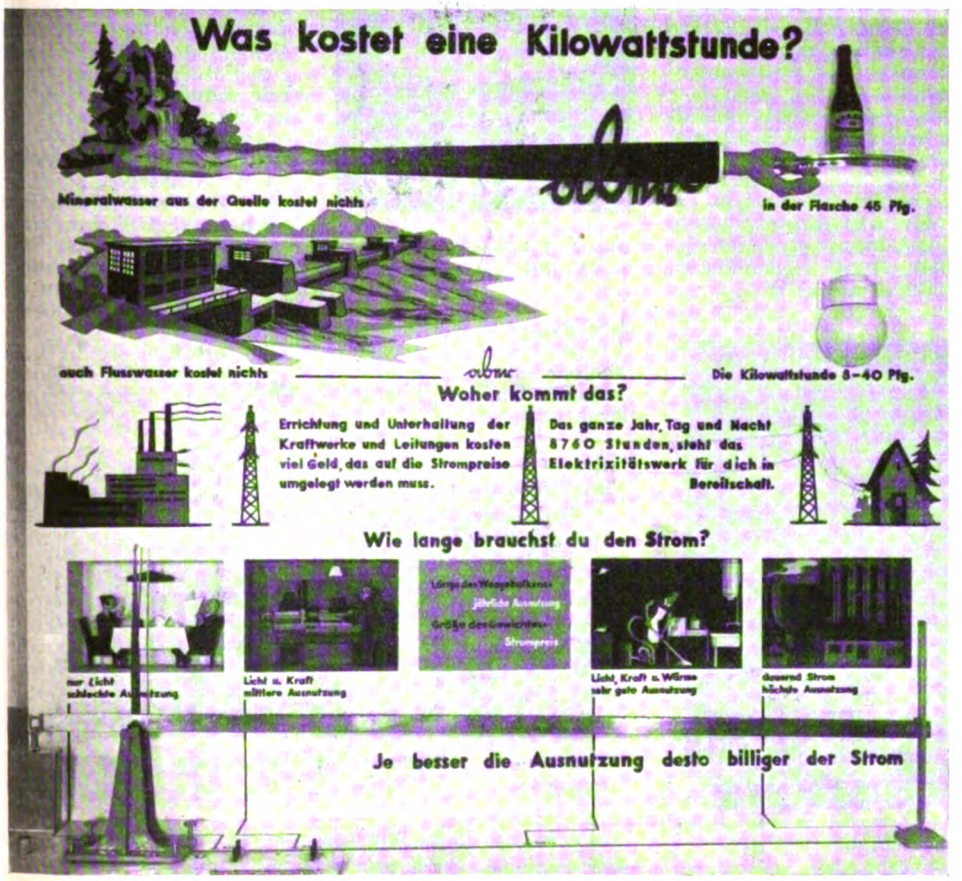


Abb. 1. Modell aus der Lehrschau.

Wenn man die Ausstellung in ihrer Gesamtheit betrachtet, fallen zwei Grundideen auf: die allgemeine Aufklärungsarbeit, die in sämtlichen Hallen durch die sog. Lehrschau bewirkt wurde, und ferner die demonstrative Darstellung, die in gleichfalls sämtlichen Hallen an Schaustücken der Industrie vermittelt wurde.

Die Lehrschau hat jeweils besonderes Interesse gefunden, weil ihre Objekte mit gutem Recht als erstmalig anzusprechen sind. Der Laienbesucher konnte an Hand der ausgestellten Modelle nicht nur den Weg des elektrischen Stromes vom Kraftwerk bis zum Verbraucher verfolgen, sondern er durfte auch „spielen"; in richtiger Einschätzung des menschlichen Lerntriebes hatte man Modelle gebaut, bei denen die Erkenntnis „erarbeitet" wurde.

Aber dabei ließ man es nicht bewenden, sondern gab zu den jeweiligen Abteilungen Darstellungen, aus denen die Vorzüge des elektrischen Verfahrens in knapper, bildlicher und eindringlicher Form hervorgingen (Abb. 1 u. 4 ··· 7).

Die Industrieschau der Halle I zeigte alle erdenklichen Haushaltmaschinen und -geräte. Der Gesamtaufbau der Elektroherde zeigt bei allen Firmen eine gewisse Übereinstimmung, die nicht zuletzt durch die „Technischen Lieferbedingungen für Elektro - Haushaltherde" bestimmt wird. Die Burger Eisenwerke zeigten einen kombinierten Herd für Elektro- und Braunkohlenbeheizung, der auch mit eingebautem Heißwasserspeicher lieferbar ist. Der von Ehrich & Graetz ausgestellte Elektroherd mit Warmwasser-Heizkessel stellt ebenfalls eine Neuerung dar.

Eine interessante Lösung der Raumfrage bietet der Elektro - Einbauherd der gleichen Firma. Er wird überall dort Verwendung finden, wo Gaseinsätze in gemauerten Kachelherden durch elektrische Kochplatten ersetzt werden sollen (Abb. 2).

Vollkommen neue Wege beschreitet der sog. Ringmuldenherd von SSW, bei dem jede Kochplatte von einer ringförmigen Mulde umgeben ist. Eine weitere Neuerung an diesem Herd ist die viereckige Bratofentür vor dem runden Bratrohr.

Viel Beachtung fanden die Bestrebungen der Industrie zur Verkürzung der Anheizzeit von Kochplatten. Einige Firmen erreichen diese durch Erhöhung der Leistungsaufnahme, SSW z. B. mit ihrer ganz neuartigen Drakodyn-Rapid-Kochplatte, die AEG mit einer Schnellkochplatte von 14,5 cm Dmr. für 1200 W, und Ehrich & Graetz mit Schnellheizplatten, bei denen die Heizspiralen von keramischen Perlen mit hohem Isolationswiderstand umgeben sind. Prometheus bringt eine neuartige Kochplatte, die elektrische Heizkörper nach dem Baker-Verfahren enthält.

Einen grundsätzlich neuen Weg zur Verkürzung der Anheizzeit geht der von der Schiele & Bruchsaler-Industriewerke AG. herausgebrachte Heinisch-Riedl-Schnellheizschalter. Dabei ist es möglich, bei Drehstrom-Vierleiternetzen und Gleichstromnetzen mit Mittelleiter die Kochplatte während des Anheizens an die Außenleiterspannung zu legen. Die Platte nimmt somit kurzzeitig eine dreifache

Digitized by Google

Leistung auf, wodurch die Anheizzeit auf ein Drittel verringert wird. Wenn die Kochplatte auf Arbeitstemperatur ist, sorgt eine thermisch-selbsttätige Auslösung für die Umschaltung auf die eigentliche Betriebspannung. Der nachträgliche Einbau eines Schnellheizschalters bietet keine Schwierigkeiten.

Die Kochgeschirrfabrikanten, wie Wagner, Fißler, Siegwerke und WMF, zeigten ihre bekannten Elektro-Kochgeschirre in Aluminium, Stahl und Gußeisen. WMF brachte außerdem noch Cromargan-Geschirre.

Die Frage der Heißwasserbereitung wurde außer von den Großfirmen, die ihre bekannten Heißwasserspeicher herstellen, in recht anschaulicher Weise von der Firma Eltron erläutert. Auch fanden die nach dem Baker-Verfahren hergestellten Tauchsieder von Prometheus lebhafte Anerkennung. Die Firma Calotherm hatte mehrere Durchlauferhitzer mit einem Anschlußwert von 1,5 ··· 3 kW ausgestellt. Besonderer Wert war bei diesen auf den Trockengehschutz der Heizelemente gelegt.

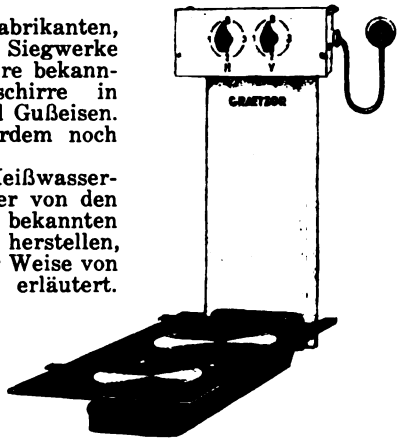


Abb. 2. Elektrischer Einbauteil für gemauerte Kochherde.

Die Hochspannungs-G. m. b. H., Köln-Zollstock, zeigte einen Durchlauferhitzer von 2 kW Leistung, der nach dem Wirbelstromprinzip arbeitet und daher der Heißwasserbereitung ganz neue Wege erschließt.

Die Entwicklung der Großküchengeräte zeigte überall die Tendenz: Dezentralisation der Großküche. Alle Firmen haben für jeden Arbeitsvorgang entsprechende Geräte, wie Bratofengruppen, Kochkessel, Kippbratpfannen, Hokker, Grills, Flachherde usw. geschaffen. Besonders erwähnt sei ein Großküchenherd der AEG-Küppersbusch, weil er aus genormten Einheiten besteht, die eine einfache Zusammensetzung beliebig großer Herde ermöglichen, ferner der in Abb. 3 gezeigte Rundherd der SSW.

Abb. 3. Großküchen-Rundherd.

Auf dem Gebiet der Raumheizung zeigte die bereits erwähnte Hochspannungs-Gesellschaft, Köln-Zollstock, auch eine Reihe von Heizöfen, die gleichfalls nach dem Wirbelstromprinzip arbeiten.

In Halle II fand besonderes Interesse ein von der Demag entwickelter Ofen zur Warmbehandlung von Gesteinsbohrern, wie sie im Grubenbetrieb verwendet werden. Die Beheizung erfolgt durch Globarstäbe bei einem Anschlußwert von 27 kW. Es können damit Betriebstemperaturen bis zu 1350 ° C erreicht werden.

Kleinere Schmiedeöfen wurden von den verschiedensten Firmen gezeigt, u. a. von BBC, Geburtig usw. Der Muffelofen für Betriebstemperaturen von 1400 ° von Prometheus fällt wegen seiner vorzüglichen Wärmeisolierung auf. Glüh- und Härteöfen mit Chromnickelbeheizung werden von ziemlich allen Firmen gezeigt. O. Juncker verwendet profilierte Chromnickelbleche, die nicht nur sich selbst, sondern auch das lediglich Wärmeschutzzwecken dienende keramische Ofenmaterial gleichzeitig tragen. Man erkennt allenthalben, daß vermieden wird, teure Sonderausführungen auf den Markt zu bringen, vielmehr läßt sich schon heute eine gewisse Typisierung und Normung, vor allem bei kleineren Öfen für die Warmbehandlung, erkennen (vgl. a. Abb. 4). BBC hatte einen nach dem Grünwald-Verfahren arbeitenden Blankglühofen in Betrieb. Gleichfalls zum Glühen von Blechen zeigte die AEG einen sog. Überkopfofen, bei dem die Beschickung durch einen Haubenwagen vor sich geht.

Für niedrigere Temperaturen hat man gleichfalls geeignete Öfen entwickelt. Diese arbeiten teils mit Luftumwälzung, teils mit ruhender Atmosphäre. Die Erzeugnisse der Industrie-Elektroofen G. m. b. H. und der Firma Geburtig sind hierbei besonders zu erwähnen. Die künstliche Luftumwälzung hat sich überall dort gut eingeführt, wo es sich um schnelle und gleichmäßige Erwärmung des Einsatzgutes handelt. Zum Schmelzen von Metallen über 800 ° werden heute nur noch Öfen, die nach dem Induktionsprinzip bzw. dem Lichtbogenprinzip arbeiten, verwendet (vgl. a. Abb. 5). Die AEG zeigte einen Ajax-Watt-Ofen mit schleifenförmiger Schmelzrinne, der unmittelbar an das Niederspannungsnetz angeschlossen werden kann. Für Kupfer und Kupferlegierungen hat dieser bereits schnell Eingang gefunden. Daß die Speisung von Hochfrequenzöfen auch ohne rotierende Umformer möglich ist, wird erstmalig durch eine Einrichtung von S&H gezeigt, bei welcher der Strom im gittergesteuerten Quecksilberdampf-Gleichrichter in hochfrequenten Strom umgeformt wird. Diese Einrichtung gestattet es, in Verbindung mit dem gleichzeitig ausgestellten Klein-Hochfrequenzofen für etwa 25 kg Tiegelinhalt Schmelzungen durchzuführen.

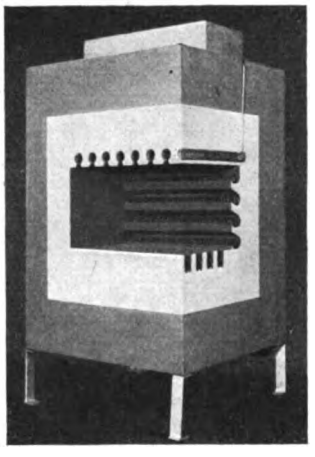


Abb. 4. Lehrschaumodell eines Mitteltemperaturofens.

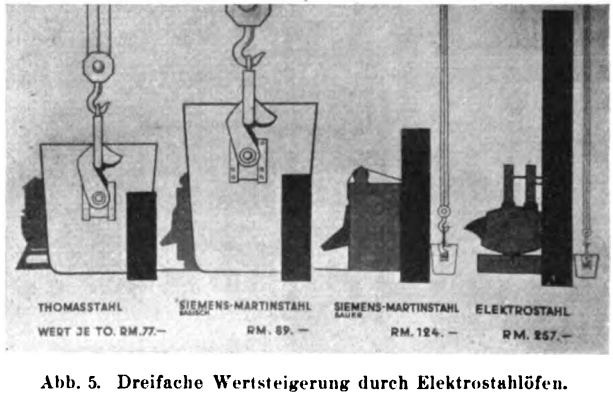


Abb. 5. Dreifache Wertsteigerung durch Elektrostahlöfen.

Einen breiten Raum nahmen die von den verschiedenen Firmen gezeigten Regeleinrichtungen ein. S&H hat für schwierige Regelaufgaben und für große Öfen einen Fallbügelregler entwickelt, der gleichzeitig die Temperatur ablesen läßt. Das dabei verwandte Prinzip wird auch bei den von der gleichen Firma durchgebildeten Programmreglern angewendet, mit denen ein Ofen nach einer vorgeschriebenen Temperatur- und Zeitkurve vollselbsttätig gesteuert wird.

Die Industrie hat anerkennenswerte Entwicklungsarbeit im Elektroofenbau geleistet, und die bei vielen Ofenbauarten ins Auge fallende Preisermäßigung wird dazu beitragen, auch in Kleinstbetrieben Elektroöfen einzuführen (Abb. 6).

In der Halle III war ausschließlich das Sondergebiet der Elektroschweißung behandelt. Wie bei den anderen

Digitized by Google

Hallen war auch hier die Lehrschau von außerordentlicher Wirksamkeit (vgl. Abb. 7 u. 8). Die von den Firmen ausgestellten Schweißgeräte wurden größtenteils im praktischen Betrieb vorgeführt. Auf dem Gebiet der Lichtbogenschweißung sah man das Bestreben, die bisher üblichen Schweißmaschinen zu verbilligen und die Lichtbogenschweißung dünner Bleche auf eine wirtschaftliche Basis zu stellen.

rüstet ihre Apparate zur Kühlung der Wicklung mit einem Ventilator aus. Messer & Co. zeigen eine Brennschneidmaschine, die zum Ausschneiden von Maschinenteilen nach Anriß oder Zeichnung besonders geeignet ist.

Zur Prüfung von Schweißnähten, ohne diese zerstören zu müssen, dient der neue I G-Schweißnahtprüfer. Zur Durchführung der Prüfung braucht das Gerät nur an das Lichtnetz angeschlossen und der Abtaster und

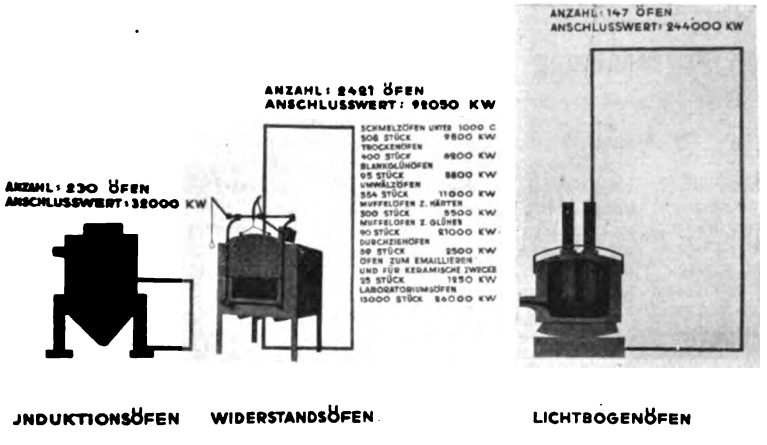


Abb. 6. Verbreitung der Elektrowärme in der deutschen Industrie 1933.

Abb. 8. Ausbildungstätten für Elektroschweißung.

Preiswerte Geräte zeigte vor allem die AEG auf dem Gebiet der Kleinschweißumformer, die für die Einführung der Elektroschweißung in Handwerk und Kleingewerbe bestimmt sind. Ohne besondere Anforderungen an die Geschicklichkeit des Schweißers sind Kleinschweißumformer mit Elektroden von rd. 1 mm Dmr. aufwärts verwendbar. Für Materialstärken bis 6 mm ist der Kleinschweißumformer den großen Geräten in keiner Weise unterlegen. Die gleiche Firma zeigte ein neues Naht-

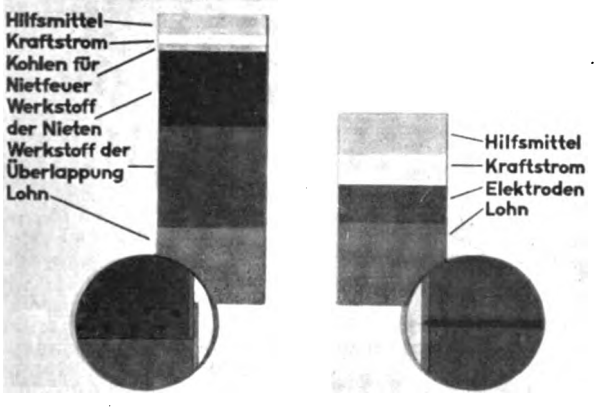


Abb. 7. Lehrschaumodell: Kostenvergleich einer Nietnaht und einer Schweißnaht.

schweißverfahren, die Modulationsschweißung. Dieses besitzt die Vorteile aneinandergereihter Schnellpunktschweißungen, vermeidet jedoch die bisher bekannten Nachteile, die in der Hauptsache in dem Verschleiß der mechanisch angetriebenen Schaltapparate bestehen. Bei Anwendung geeigneter Elektrodenwerkstoffe gestattet das Modulationsverfahren auch das Nahtschweißen von Nichteisenmetallen, wie Messing, Aluminium, Kupferblech, soweit es sich punktschweißen läßt.

SSW hatte einen neuen Gleichstrom - Lichtbogen-Schweißumformer von 30 ··· 250 A Regelbereich ausgestellt. Großes Interesse fand ein Schweißkopf für Metallichtbogen von der gleichen Firma, der mit motorischer Höhenverstellung und Druckknopfsteuerung ausgerüstet ist.

Kleinschweißumformer und Schweißtransformatoren wurden auch von den Firmen BBC, Elin, Garbe-Lahmeyer & Co., Hochspannungsgesellschaft m. b. H., Kjellberg-Elektroden und Maschinen G. m. b. H. ausgestellt, die letztere Kopfhörer mit dem Meßtisch verbunden zu werden. Der Abtaster wird dann langsam über die Schweißnaht geführt, die vorher magnetisiert worden ist. Fehlerstellen zeigen sich durch Änderung der Lautstärke und Klangfarbe.

Einen breiten Raum nahm die Ausstellung der vielen Schweißmodelle ein. Die Vielzahl der Stücke gestattete einen umfangreichen Überblick über die Anwendungsmöglichkeiten der Elektroschweißung. Sie ließen nicht nur den Vorteil der Gewichtsersparnis erkennen, sondern zeigten oftmals auch eine völlige Neugestaltung der Bauweise durch schönere Formgebung. Die Modelle der Reichsmarine, z. B. des Artillerieschulschiffs „Bremse", des Kreuzers „Leipzig" und unzählige andere Ausstellungstücke, auch die der Reichsbahn, zeigten in überzeugender Weise die Vorteile der geschweißten gegenüber der genieteten Konstruktion (Abb. 7).

Es ist unmöglich, in diesem Rahmen alle Neuheiten, die für die Elektroschweißtechnik entwickelt wurden, zu erwähnen.

Die Elektrowärme im Gartenbau fand in Halle IV gleichfalls gebührende Rücksicht. Interessant war vor allem die Anwendung von Heizkabeln bei der Rhododendronzucht, die eine zweijährige Verkürzung der Kulturzeit mit sich bringt.

Reges Interesse fanden in der Abteilung Geflügelzucht der elektrische Brutschrank, die elektrisch beheizte Wärmeglucke sowie das elektrisch beheizte Trinkwassergefäß.

Zahlreich waren die Kühlschränke und Kältemaschinen, wobei die Kompressorschränke für gewerbliche Zwecke zu überwiegen schienen. Für kleinere Leistungen sind besonders die Absorptionsapparate von Elektrolux, SSW und Linde hervorzuheben.

Auf dem Molkereigebiet zeigte das Bergedorfer Eisenwerk einen Pasteur, der mit Induktionsheizung arbeitet. Von der Firma Ahlborn stammte ein Plattenpasteur für Kurzzeiterhitzung auf 74 ° C, der für 30 l Milch 1 kWh verbraucht. Für Dauerpasteurisierung, bei der die Milch 30 min lang auf einer Temperatur von 63 ° gehalten wird, hatten die Firmen Krause, Züllichau, Rothenburg, Neumünster, und Holstein & Kappert, Dortmund, recht beachtenswerte Apparate ausgestellt. SSW zeigte die dazugehörigen Heißwasserspeicher bekannter Bauart.

Die Preuß. Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft gab eine Übersicht über die Bedeutung der Elektrisierung von Molkereien an Hand zahlreicher Photographien und Statistiken. Daß die Elektrisierung von Molkereien sich durchgesetzt und bewährt hat, ist dadurch erwiesen, daß im Jahre 1930 erst 4 Molkereien und bis zum Jahre 1933 fast 50 Molkereien elektrisiert worden sind.

Digitized by Google

In einer besonderen Halle hatte die Vereinigung der Elektrizitätswerke eine Lehrküche eingerichtet, in der täglich Vorführungen und Beratungen stattfanden. In derselben Halle war auch der elektrische Kindergarten, in dem Kinder unter Anleitung an kleinen elektrischen Herden kochen und backen und mit kleinen elektrischen Bügeleisen sich die Zeit vertreiben konnten.

Die Essener Ausstellung hat sowohl dem Fachmann als auch der Allgemeinheit die wirtschaftlichen und technischen Vorteile der Elektrowärme in Haushalt, Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie gezeigt. Alle Besucher werden die Erkenntnis gewonnen haben, daß die Elektrowärme mit Erfolg wirtschaftlich angewendet werden kann.

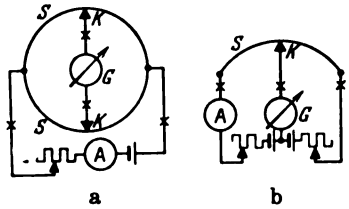
Elektrische Anzeige und Aufzeichnung von Drehmomenten*.

(Mitteilung aus dem Elektromaschinenlaboratorium der Technischen Hochschule Hannover.)

Von Dr.-Ing. **Erich Rolf**, Hannover.

Übersicht. Die bisher bekannten Vorrichtungen zur elektrischen Anzeige und oszillographischen Aufzeichnung der Ausschläge von Torsionsdynamometern befriedigen nicht in jeder Hinsicht. Anläßlich der in den letzten Jahren häufiger eingetretenen Notwendigkeit, Anlaufkurven von Käfigankermotoren aufzuzeichnen, wurden vom Verfasser auf der Grundlage eines Meßkondensators in Verbindung mit einem Stromwandler geeignete Schaltungen ausgearbeitet. Zur Gleichrichtung des Meßstromes dienen Trockengleichrichter, wobei entweder durch Steuerung der letzteren mittels Vorbelastung oder durch Anwendung eines Zusatzkondensators Geradlinigkeit der Eichkurve erreicht wird.

Zur Messung von Drehmomenten finden vielfach Torsionsdynamometer[1] Verwendung. Diese bestehen aus einem elastischen Stabe, der zwischen antreibender und getriebener Welle eingespannt wird und dessen Verdrehungswinkel proportional dem Drehmoment ist und gemessen wird. Die Ablesung des Verdrehungswinkels geschieht üblicherweise auf optischem Wege. Die optische Ablesung versagt bei schnellen Drehmomentänderungen sowie bei niedrigen Drehzahlen. Auch elektrische Anzeigevorrichtungen sind bekannt geworden, die als Brückenschaltung[2] (Abb. 1 a) oder als Spannungsteilerschaltung (Abb. 1 b)



S Schleifdraht
K Scheifkontakt oder Rolle
× Schleifring
G Anzeigegerät oder Meßschleife

Abb. 1. Meßdrahtschaltungen.

arbeiten mit Meßdrähten im rotierenden Luftschutzgehäuse des Dynamometers, auf denen Gleitkontakte *K* oder Rollen eine dem Verdrehungswinkel proportionale Spannung abgreifen und dem Anzeigegerät *G* oder einer Meßschleife zuführen. Ihre Verwendbarkeit wird eingeschränkt durch das Vorhandensein von schnellen Stromschwankungen im Anzeigezweig, die durch Änderungen der Übergangspannungen an den Gleitkontakten und an den bei keiner Schaltung vermeidbaren Schleifringen entstehen und oszillographische Aufnahmen oft unbrauchbar machen. Außerdem ist eine Fälschung der Anzeige durch die Kontaktreibung möglich. Beide Nachteile werden vermieden durch Benutzung von Meßkondensatoren, weil diese bei reibungsfreier Verstellbarkeit die Anwendung von so hohen Betriebspannungen erlauben, daß die Bürstenübergangspannungen keine Rolle mehr spielen.

Der Versuchskondensator bestand aus 2 parallel geschalteten, diametral im Luftschutzgehäuse angebrachten Plattensystemen nach Abb. 2. Die Kapazität C_m der äußeren Platten gegen die inneren ändert sich linear mit dem Verdrehungswinkel. Der Kondensator kann je nach dem Verwendungszweck des Dynamometers und nach der Schaltung verschiedenartig eingerichtet sein, z. B. so, daß wie in Abb. 2 beim Drehmoment Null etwa die Hälfte der Höchstkapazität erreicht ist, daß also positive und negative Drehmomente gemessen werden können, oder so, daß beim Drehmoment Null nur die Anfangskapazität vorhanden ist, oder durch Anbringung eines zweiten äußeren Plattensatzes auch so, daß er als Differentialkondensator wirkt. Bei der Versuchsausführung betrug die Größe von C_m in der Mittelstellung etwa 70 cm und war um ± 60 cm veränderlich. Außer der Meßkapazität C_m besteht noch eine konstante Nebenkapazität C_a der äußeren Platten gegen Gehäuse sowie eine linear mit dem Verdrehungswinkel ein wenig veränderliche Nebenkapazität C_i der inneren Platten gegen Gehäuse. Die Versuchsausführung, bei der auf eine Geringhaltung dieser Nebenkapazitäten kein besonderer Wert gelegt worden war, hatte die Werte $C_a \approx 300$ cm, $C_i \approx 600$ cm (Schleifringe und Zuleitungen einbegriffen).

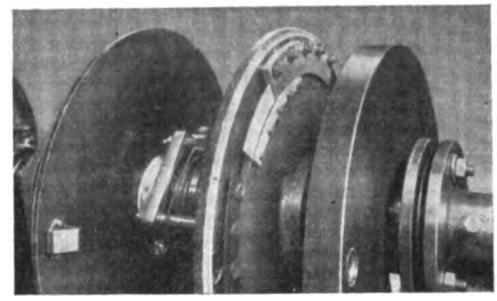


Abb. 2. Torsionsdynamometer mit Versuchskondensator (Luftschutzgehäuse geöffnet).

Die Verwendung eines Meßkondensators erfordert Betrieb mit Wechselstrom. Im allgemeinen ist dann eine Gleichrichtung des Meßstromes nötig, damit ein zeigendes oder ein schreibendes Meßinstrument mit Drehspulmeßwerk angeschlossen werden kann. Handelt es sich lediglich um oszillographische Registrierung, so kann man die Meßschleife auch unmittelbar mit Wechselstrom betreiben und erhält dann die Drehmomentkurve als Umhüllende der Schleifenstromkurve (Beispiel: Abb. 4).

Die Überführung der Kapazitätsänderungen in meßbare Stromänderungen kann entweder mittels kapazitiver Spannungsteiler- und Brückenschaltungen entsprechend den galvanischen Schaltungen (Abb. 1) erfolgen, wobei außer dem einfachen Meßkondensator (Abb. 2) besonders auch einfache oder doppelte Differentialkondensatoren in Frage kommen, oder durch Messung des Ladestromes bei konstant gehaltener Spannung und Frequenz. Da auch Spannungsteiler- und Brückenschaltungen, als Ausschlagsverfahren angewendet, nicht die Konstanthaltung der Spannung und der Frequenz ersparen, so wird man im allgemeinen die Ladestrom-Meßschaltungen wegen ihrer Einfachheit und Billigkeit vorziehen; es sind daher allein die letzteren nachstehend behandelt worden. Eine Besonderheit der Ladestrom-Meßschaltungen ist, daß bei ihnen im Gegensatz zu den Spannungsteiler- und Brückenschaltungen beim Drehmoment Null der Meßstrom nicht ebenfalls zu Null wird, sondern je nach Anordnung des Kondensators eine dem in der Nullage vorhandenen Kapazitätswert entsprechende Größe hat. Die Meßgenauigkeit wird hierdurch nicht wesentlich vermindert, solange der Ladestrom der Anfangskapazität klein bleibt gegenüber dem eigentlichen Meßstrom.

Stromwandlerschaltung ohne Gleichrichtung.

Mit einer Wechselspannung von nicht übermäßiger Höhe (etwa 200 ··· 300 V) erhält man, besonders bei nur 50 Hz, wegen der begrenzten Größe des Meßkondensators einen Ladestrom, der zum unmittelbaren Betrieb einer Meßschleife noch nicht ausreicht. Sollen Verstärkerröhren vermieden werden, so läßt sich der Ladestrom durch einen kleinen Stromwandler auf eine passende Größe, z. B. etwa 4 mA für eine Schwachstromschleife bringen nach Schal-

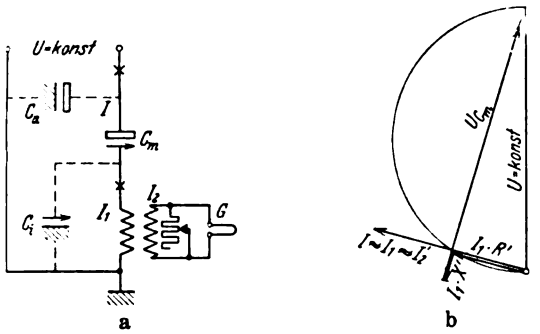
* Eingeg. am 26. VIII. 1932.

[1] Über Torsionsdynamometer nach Vieweg siehe z. B. Herttrich, Masch.-Bau Bd. 8, H. 2 u. 4 (1929).

[2] Elsässer, Z. VDI Bd. 68, S. 485 (1924).

Digitized by Google

tung Abb. 3 a. Diese überaus einfache Anordnung liefert, wie aus dem zugehörigen Vektordiagramm (Abb. 3 b) abzuleiten ist, eine praktisch geradlinige Eichkurve, solange die Betriebspannung U genügend groß bleibt gegenüber der Primärspannung des Wandlers. Der Ladestrom I wird dann nur durch den Meßkondensator bestimmt und ist der Größe des letzteren proportional. In gewissen Fällen ist zu beachten, daß am Stromwandler wegen der Nebenkapazität C_i eine Stromverzweigung stattfindet.



a b

Äußerer Plattensatz
innerer Plattensatz
Gehäuse
x Schleifring

Schaltung mit eingetragenen Nebenkapazitäten

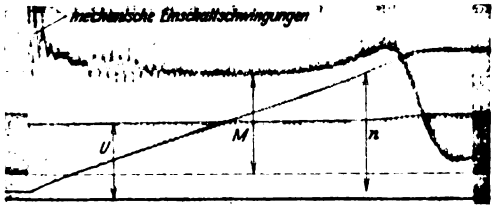
R' Summe der auf die Primärseite bezogenen ohmschen Widerstände
X' Summe der auf die Primärseite bezogenen induktiven Widerstände

Vereinfachtes Vektordiagramm (Nebenkapazität C_i sowie Magnetisierungs- und Eisenverluststrom des Wandlers vernachlässigt).

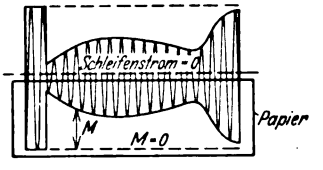
Abb. 3. Stromwandlerschaltung ohne Gleichrichtung.

An den Wandler sind hohe Anforderungen nicht zu stellen; ein gewöhnlicher ausgedienter Rundfunkübertrager z. B. war nach Umwicklung gut verwendbar. Lediglich die Eisenbelastung ist genügend klein zu halten, damit nicht die Nichtlinearität des Magnetisierungstromes sich störend bemerkbar macht oder ein zu hoher Magnetisierungstrom die Stromausbeute vermindert.

Als Betriebsfrequenz kommt neben 50 Hz besonders eine solche von einigen hundert Hertz in Betracht. Die obere Grenze ist gegeben durch die Eigenschwingungszahl



U Klemmenspannung M Drehmoment n Drehzahl



Einrichtung der Meßschleife auf dem Photopapier bei nebenstehender Aufnahme

Abb. 4. Anlauf eines Doppelnutmotors gegen Schwungmassen: Meßfrequenz 50 Hz.

und die Dämpfung der Meßschleife; bei 500 Hz folgt eine 4 mA-Schleife mit Weißöldämpfung noch sehr gut den Stromschwingungen. Je höher die Frequenz, desto größer ist die Ergiebigkeit bzw. desto kleiner kann das Übersetzungsverhältnis sein; desto gleichmäßiger ist ferner der Saum der Schleifenstromkurve, der die Drehmomentkurve darstellt. Daß jedoch auch bereits mit 50 Hz zufriedenstellende Ergebnisse zu erzielen sind, zeigt Abb. 4, bei deren Aufnahme die Meßeinrichtung über einen kleinen Wandler und einen einstufigen Stromreiniger direkt an die Zuleitungen des Motors angeschlossen war. Im Notfalle kann also eine besondere Meßspannungsquelle entbehrt werden — selbst bei schwankender Netzspannung, wenn die Oszillogrammwerte des Ladestromes gemäß der ebenfalls mitzuschreibenden Spannung umgerechnet werden. Ein Stromreiniger ist mitunter erforderlich, um bei oberschwingungshaltiger Spannungskurve die Entstehung eines verwaschenen oder gar doppelten Saumes der Stromkurve zu verhüten. Höhere Frequenzen werden einer kleinen Tonfrequenzmaschine oder einem Röhrengenerator entnommen; verwendet man bei letzterem Stimmgabelsteuerung, so verbleibt allein die Regelung der Spannung, deren Überwachung auf der Sekundärseite des Eingangswandlers mittels eines Trockengleichrichter-Meßgerätes mit geringem Eigenverbrauch erfolgen kann.

Stromwandlerschaltungen mit Gleichrichtung.

Die Gleichrichtung erfolgt am besten durch Trockengleichrichter. Diese ergeben aber nicht ohne weiteres geradlinige Eichkurven. Linearität der Anzeige wird erreicht entweder durch besondere Vorbelastungschaltungen oder, bei den einfachen Gleichrichterschaltungen, durch Anwendung einer Zusatzkapazität. In beiden Fällen bleibt die grundsätzliche Meßschaltung die gleiche wie im vorigen Abschnitt. Für oszillographische Aufnahmen müssen die im Gleichstrom enthaltenen Oberschwingungen beseitigt oder unwirksam gemacht werden. Bis zu einem gewissen Grade besorgt dies eine stark gedämpfte Meßschleife (z. B. Schwachstromschleife mit Rizinusöl) schon von selbst, und zwar um so besser, je höher die Frequenz ist. Hier sind daher Frequenzen von einigen tausend Hertz zweckmäßig. Nötigenfalls kann man, auch zur mechanischen Entlastung der Meßschleife, noch einen einstufigen Tiefpaß vor die Schleife legen.

1. Schaltungen mit Vorbelastung.

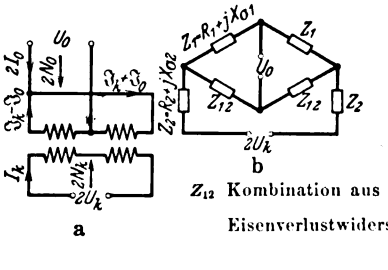
Durch eine Vorbelastung der Gleichrichter wird das Arbeitsgebiet der Nutzbelastung auf der Kennlinie in ein Gebiet geringen und praktisch konstanten mittleren Arbeitswiderstandes hinaufgerückt, so daß die Nutzbelastung geradlinig und mit geringem Spannungsabfall erfolgt[3]. Eine für Oszillographierzwecke geeignete Vorbelastung läßt sich erreichen durch Anwendung von Überlagerungschaltungen entsprechend derjenigen, die als Rückarbeitschaltung bei Transformatoren gebräuchlich ist[4]. Das Wesen solcher Überlagerungschaltungen besteht darin, eine gleichzeitige Beeinflussung der Objekte, hier also der Trockengleichrichter, durch 2 verschiedene Spannungsquellen ohne gegenseitigen Leistungsaustausch der letzteren zu ermöglichen, indem die Anordnung so getroffen wird, daß 2 gleiche Objekte in bezug auf die eine der Spannungsquellen in Reihe, in bezug auf die zweite dagegen parallel geschaltet wirken. Besonders die beiden folgenden Vollwellenschaltungen kommen hier in Frage:

a) Reihenschaltung der Nutzbelastung bei Parallelschaltung der Vorbelastung (Abb. 5 a).

Die parallel geschalteten Kreise der Vorbelastung V schließen sich über je eine Sekundärwicklung des Stromwandlers W, einen Gleichrichter und einen Widerstand. Während der einen Halbwelle arbeitet beispielsweise die linke Gruppe der Schaltung, während der zweiten die rechte. Jeder Gruppe ist die Nutzbelastung N in Reihenschaltung überlagert. Aus der Richtung der Strompfeile (nur für eine Halbwelle eingetragen) ist zu ersehen, wie durch V gewissermaßen eine Steuerung der Ventile erfolgt, und zwar immer gerade so, daß N in jeder Halbwelle einen geschlossenen Stromkreis mit geringem Arbeitswiderstand vorfindet; mittels V werden also die Ventile für N ohne Rücksicht auf die ursprüngliche Durchlaßrichtung zwangläufig geöffnet oder gesperrt. Zwischen den Punkten + und — besteht zu keiner Zeit eine von V herrührende Potentialdifferenz, während N hier mit gleichem Vorzeichen in jeder Halbwelle abgenommen werden kann. Zwecks Ersparung einiger Sekundärwicklungen sind ohne Änderung der Wirkungsweise noch mehrere Abwandlungen dieser Schaltung möglich.

[3] Gleichrichterschaltungen mit Vorbelastung („Gleichrichterbrücken") wurden erstmalig von der Firma Siemens & Halske AG. angegeben: Carsten u. Walter, Siemens-Z. Bd. 11, S. 156 (1931); Walter, Z. techn. Physik Bd. 13, S. 363 u. 436 (1932), DRP angem. S. 93 871; Pfannenmüller, DRP 570 287, Schwelz. Pat. 157 984.

[4] Dissertation des Verfassers über Kreisschaltungen bei Asynchronmaschinen, T. H. Hannover (1930), S. 23. Ergänzend sei hier bemerkt, daß sich die Überlagerungschaltungen auch ohne weiteres als Brückenschaltungen auffassen lassen; beide Betrachtungsweisen führen zum gleichen Ergebnis.



Einfachstes Beispiel:

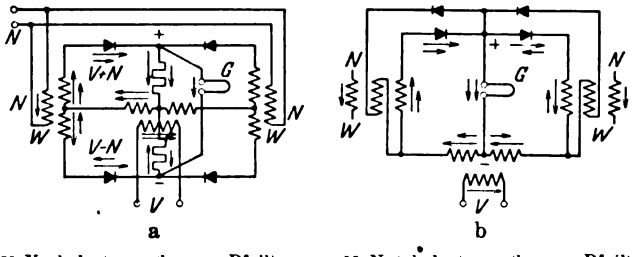
a Rückarbeitschaltung bei Transformatoren.
b Ersatzbild zur Schaltung a als Brückenschema.

Z_{12} Kombination aus Hauptfeldreaktanz X_{12} und Eisenverlustwiderstand $R_{Ei} = \frac{N_{Ei}}{E^2}$.

Digitized by Google

b) Parallelschaltung der Nutzbelastung bei Reihenschaltung der Vorbelastung (Abb. 5 b).

Hier arbeitet während einer Halbwelle nur ein Vorbelastungskreis, bestehend aus den beiden Sekundärwicklungen des Vorbelastungstransformators, 2 Sekundärwicklungen des Stromwandlers und 2 Gleichrichtern in Reihe, ohne besondere Widerstände. Zwischen den



V Vorbelastung (langer Pfeil) *N* Nutzbelastung (kurzer Pfeil)
W Stromwandler. Die der Übersichtlichkeit wegen getrennt gezeichneten beiden Wandler *W* haben bei der praktischen Ausführung eine einzige, gemeinsame Primärwicklung

Abb. 5. Vollwellen-Gleichrichteranordnungen mit Vorbelastung.

Punkten + und — herrscht wiederum keine von *V* herrührende Potentialdifferenz, während die Nutzströme über die infolge *V* beiderseits für *N* geöffneten Ventile in Parallelschaltung der Anzeigeeinrichtung zufließen können. In der Ladestrom-Meßschaltung ist diese zweite Anordnung wegen des geringeren Spannungsabfalls etwas vorteilhafter. Auch bei ihr lassen sich ohne Änderung der Wirkungsweise noch Wicklungen ersparen; ein vollständiges Schaltbild einer solchen Anordnung gibt als Beispiel Abb. 6. Die richtige Phasenlage der Vorbelastung kann dort durch Veränderung des Widerstandes *R* eingestellt werden.

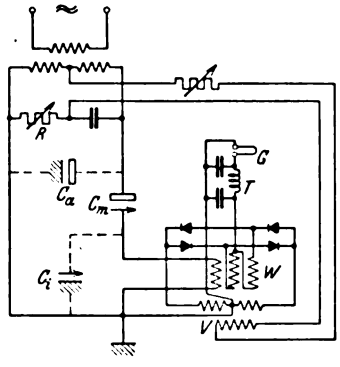


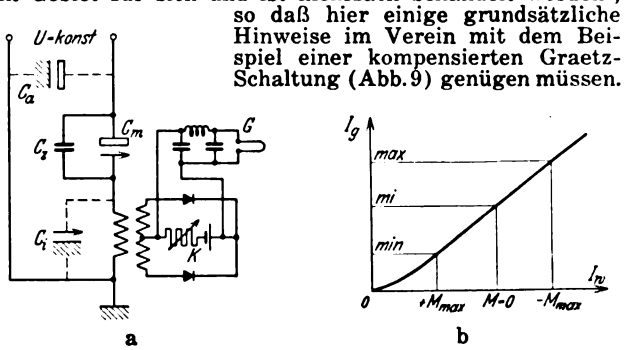
Abb. 6. Vollständige Meßschaltung mit Vorbelastung, Nutzkreise parallel. Meßfrequenz 2000 Hz, Tiefpaß *T* für Grenzfrequenz 1500 Hz vor der Meßschleife.

2. Schaltungen mit Zusatzkapazität.

Auch mit den bekannten einfachen Vollwellenschaltungen (Transformator mit Mittenanzapfung, Abb. 7 a, oder Graetz-Schaltung, Abb. 9) lassen sich geradlinige Eichkurven erzielen, wenn die Anfangskapazität des Meßkondensators, nötigenfalls mittels eines Zusatzkondensators (C_z in Abb. 7 a), soweit vergrößert wird, daß das gesamte Arbeitsgebiet auf dem geraden Teile der Wechselstrom-Gleichstrom-Kennlinie bleibt (Abb. 7 b). Der Stromanteil $I_{g\min}$ braucht bei zweckmäßiger Auswahl der Gleichrichter nur etwa 1 ··· 2 mA zu betragen und kann, falls erforderlich, mittels einer einfachen Kompensationseinrichtung *K* aufgehoben werden, durch die darüber hinaus die Meßschleife noch weiter nach Belieben entlastet und die Lage des Nullpunktes für das Drehmoment auf der Skala des Anzeigegerätes ganz willkürlich eingestellt werden kann. Die Schaltung mit Mittenanzapfung gibt bei gleichem Übersetzungsverhältnis die kleinere Spannung am Stromwandler, ist daher etwas günstiger als die Graetz-Schaltung. Eine mit ihr gemachte Aufnahme (Abb. 8) zeigt, daß die Gleichrichter-Oberschwingungen völlig beseitigt sind; die in der Drehmomentkurve noch enthaltene schnelle Schwingung hat 1 Periode je Motorumdrehung und rührt nicht von einer Unvollkommenheit der Gleichrichtung her, sondern von einer Unsymmetrie.

3. Temperaturkompensation.

Trockengleichrichter besitzen eine beträchtliche Temperaturabhängigkeit. Trotzdem eignen sich die beschriebenen Schaltungen ohne weitere Vorkehrungen vorzüglich zur Aufnahme von Oszillogrammen, denn hierbei kommt es auf eine bestimmte Lage der Nullinie sowie auf eine konstante Empfindlichkeit gewöhnlich nicht genau an, weil in der Regel die Nullinie sowie eine Eichlinie von Fall zu Fall mitgeschrieben werden. Bei Beobachtungen über längere Zeiträume mit zeigenden oder schreibenden Meßgeräten dagegen ist eine Beseitigung des Temperatureinflusses bis zu einem gewissen Grade erforderlich. Die Temperaturkompensation bei Trockengleichrichtern bildet ein Gebiet für sich und ist mehrfach behandelt worden[5], so daß hier einige grundsätzliche Hinweise im Verein mit dem Beispiel einer kompensierten Graetz-Schaltung (Abb. 9) genügen müssen.

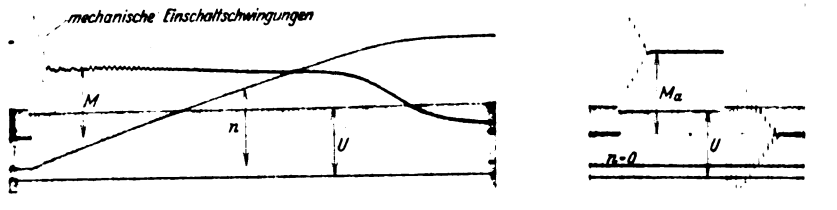


Transformatorschaltung mit Mittenanzapfung, mit Kompensation des Gleichstrom-Grundstromes

Wechselstrom - Gleichstrom-Kennlinie mit Grenzen des Arbeitsgebietes

Abb. 7. Schaltung mit Zusatzkapazität.

Es ist zu unterscheiden, ob der dem Gleichrichter zugeführte Wechselstrom eine bestimmte, allein durch die übrige Schaltung vorgeschriebene Größe besitzt, die durch den Gleichrichterwiderstand praktisch nicht beeinflußt wird (Stromschaltung), oder ob der Gleichrichter direkt oder über einen Wandler an einer Spannung von gegebener Größe liegt, wobei der ihn durchfließende Wechselstrom im wesentlichen durch den Eigenwiderstand des Gleichrichters bestimmt wird (Spannungschaltung), oder ob irgendeine Zwischenstufe vorliegt (wie z. B. in den beschriebenen Schaltungen infolge des Vorhandenseins von C_i). In der Stromschaltung nimmt bei konstantem Wechselstrom der Gleichstrom mit wachsender Temperatur ab, und zwar bei großer Aussteuerung nur geringfügig. In der Spannungschaltung tritt zu dieser Temperaturabhängigkeit der reinen Gleichrichterwirkung noch die Abhängigkeit des gleichzurichtenden Wechselstromes selbst vom Gleichrichterwiderstand, welch letzterer mit steigender Temperatur stark fällt, so daß bei konstanter Spannung mit wachsender Temperatur der Wechselstrom sowie auch der Gleichstrom im ganzen beträchtlich zunehmen. Der Kunstgriff bei der Temperaturkompensation besteht darin, die Schaltung so einzurichten, daß die beiden Einflüsse — Abnahme der Gleichrichterwirkung und Zunahme des gleichzurichtenden Stromes — einander in praktisch ausreichendem Maße aufheben. Dieses ist bei der Span-



Anlauf gegen Schwungmassen. Dauer des Anlaufs etwa 12 s
M Anlaufmoment *n* Drehzahl *U* Klemmenspannung am Motor

Bestimmung des Anzugsmomentes (Anfangspunkt der *M*-Kurve) bei festgebremstem oder langsam bewegtem Läufer

Abb. 8. Anlauf eines Doppelnutmotors; Meßfrequenz 2000 Hz.

[5] Feldtkeller u. Kerschbaum, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Bd. 19, S. 337 (1930); Wolman u. Kaden, Z. techn. Physik Bd. 12, S. 476 (1931); Kaden, Hochfrequenztechn. Bd. 39 S. 115 (1932); Walter, Z. techn. Physik Bd. 13, S. 364 (1932).

Digitized by Google

nungschaltung durch einen Vorwiderstand, bei der Stromschaltung durch einen Nebenwiderstand (N in Abb. 9) erreichbar. Auch ein kapazitiver Nebenwiderstand wirkt kompensierend. Hieraus ergibt sich, daß das Temperaturverhalten der bisher beschriebenen Meßschaltungen durch die Nebenkapazität C_i beeinflußt wird. Eine große Nebenkapazität ist ungünstig, weil sie die Schaltung u. U. stark überkompensiert; man muß daher durch kapazitätsarmen Aufbau diese Nebenkapazität klein halten. Bei passender Größe kann C_i auch die Aufgabe des Zusatzkondensators C_z übernehmen, und es ergeben sich dann einfache Schaltungen nach der Art von Abb. 9. Hier sind die äußeren Platten leitend mit dem Gehäuse verbunden (Vereinfachung der Anbringung durch Wegfall der Isolation, Ersparnis eines Schleifringes, Fortfall der Nebenkapazität C_a und ihres Stromverbrauches). Zu achten ist dabei auf Geringhaltung etwaiger Nebenkapazitäten C_N, damit nicht durch letztere wiederum eine ungewollte Überkompensation entsteht.

Auf die Schaltmöglichkeiten mit Spannungsteiler- und Brückenanordnungen, von denen ebenfalls verschiedene praktisch erprobt wurden, hier noch einzugehen, verbietet der Raummangel. Es sei lediglich darauf hingewiesen, daß für solche Anordnungen vor allem Gleichrichterschaltungen mit Vorbelastung in Frage kommen, da der Anzeigezweig bei der Nullage stromlos ist, und daß sie ebenso wie die beschriebenen Ladestrom-Meßschaltungen ohne jede Verstärkung, nur mit einem Wandler im Anzeigezweig, eine z.T. mehr als ausreichende Ergiebigkeit besitzen.

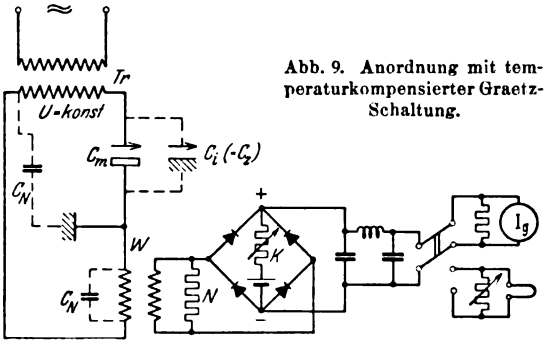


Abb. 9. Anordnung mit temperaturkompensierter Graetz-Schaltung.

Die Leistungsverminderung von Schaltgeräten mit der Schalthäufigkeit.

Der Wert eines stark beanspruchten Schaltgerätes ist in erster Linie durch seine Lebensdauer bedingt[1]. Die Listen geben deshalb jetzt meist sowohl für Walzenschalter als auch für Schützenschalter eine bestimmte Leistung für eine geringe Schalthäufigkeit an. Bei höheren Schalthäufigkeiten ist eine Verminderung der Leistung empfehlenswert. Die Beziehung zwischen Leistung bzw. Strom und Schalthäufigkeit ist nicht einfach darzustellen. Die zulässige Schalthäufigkeit nimmt meistens mit einer höheren Potenz der Stromstärke ab. In einem doppeltlogarithmischen System kommt man unter der Voraussetzung einer gleichbleibenden Potenz und gleicher Gesamtlebensdauer für die Beziehung zwischen Leistung und Schalthäufigkeit zu einer geraden Linie (Abb.1).

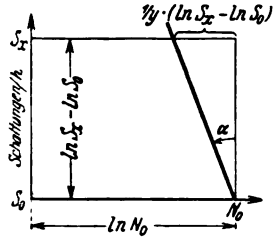


Abb. 1. Beziehungen zwischen der Schaltungzahl/Stunde und der Leistung für Schaltgeräte bei gleichbleibender Abnutzungszeit unter der Voraussetzung, daß der Abbrand proportional der y-ten Potenz der Stromstärke ist

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{1/y\,(\ln S_x - \ln S_0)}{(\ln S_x - \ln S_0)} = \frac{1}{y}.$$

Die Abszisse zeigt die Motorleistungen, die Ordinate die Schalthäufigkeit. Letztere Skala beginnt mit der zulässigen Schalthäufigkeit, für die die Motorleistungen angegeben sind. Ist

N_0 die Listenleistung in kW bei der Schalthäufigkeit S_0,

N_x die gesuchte Leistung bei der Schalthäufigkeit S_x,

so besteht folgende Beziehung:

$$\left(\frac{N_x}{N_0}\right)^y = \frac{S_0}{S_x}.$$

Hieraus folgt:

$$N_x = N_0 \sqrt[y]{\frac{S_0}{S_x}}$$

$$\ln N_x = \ln N_0 + \frac{1}{y}(\ln S_0 - \ln S_x)$$

$$= \ln N_0 - \frac{1}{y}(\ln S_x - \ln S_0).$$

Diese Gleichung stellt sich im logarithmischen System durch eine Gerade dar, die von der Senkrechten über der Listenleistung N_0 um einen Winkel abweicht, dessen Tangente $= \frac{1}{y}$ ist (Abb. 1). Nimmt man an, daß $y = 2$ ist, dann ist dieser Winkel $= 26° 35'$. Nimmt man an, daß y, wie oft bei den Versuchen mit kleinen Walzenschaltern gefunden, gleich 2,5 ist, dann ist der Winkel $= 21° 50'$.

In Wirklichkeit wird man diese Kurve wohl noch etwas abändern müssen, indem man bei höheren Schalthäufigkeiten größere Leistungen zuläßt unter der Voraussetzung, daß die Lebensdauer bei höherer stündlicher Schalthäufigkeit kleiner werden darf.

Die Verkürzung der Lebensdauer mit steigender Schalthäufigkeit sollte nach einem bestimmten Gesetz erfolgen. Am zweckmäßigsten eignet sich hierfür wohl eine logarithmische Abhängigkeit, indem sie zunächst etwa im Verhältnis der steigenden Schalthäufigkeit sinkt, um dann sich aber einem Grenzwert zu nähern. Ein vernünftiger Grenzwert wäre vielleicht 1/5 der Lebensdauer bei niedrigster Schalthäufigkeit. Wenn die zulässige Schalthäufigkeit nach der vorhin genannten Formel gleich S_x ist, dann soll sie tatsächlich mit Rücksicht auf die Verminderung der Lebensdauer und die damit verbundene Leistungssteigerung gleich $S_x a$ sein (also ist in der Formel der Wert S_x/a einzusetzen). Für a wäre ein gewisser Grenzwert festzusetzen. Im übrigen ist a von S_x abhängig. Nimmt man, wie oben vorgeschlagen, eine logarithmische Abhängigkeit, dann ergibt sich folgender Wert:

$$S_x = T \ln \frac{a_g}{a_g - a}.$$

Die darin enthaltene Konstante T ist durch die Bedingung gegeben, daß bei der listenmäßigen Schalthäufigkeit S_0 $a = 1$ ist. Daraus folgt die Gleichung:

$$S_0 = T \ln \frac{a_g}{a_g - 1} \qquad T = \frac{S_0}{\ln \frac{a_g}{a_g - 1}}.$$

Die letztgenannte Gleichung in die erste eingesetzt, ergibt einen Wert für a in Abhängigkeit von $S_x : S_0$

$$a = a_g - \frac{a_g}{\left(\frac{a_g}{a_g - 1}\right)^{\frac{S_x}{S_0}}} = a_g - \frac{a_g}{e^{\frac{S_x}{S_0} \ln \frac{a_g}{a_g - 1}}}$$

Zwischenrechnung:

$$\frac{S_x}{T} = \ln \frac{a_g}{a_g - a}$$

$$e^{\frac{S_x}{T}} = \frac{a_g}{a_g - a} = e^{\frac{S_x}{S_0} \ln \frac{a_g}{a_g - 1}} = e^{\ln \left(\frac{a_g}{a_g - 1}\right)^{\frac{S_x}{S_0}}} = \left(\frac{a_g}{a_g - 1}\right)^{\frac{S_x}{S_0}}.$$

[1] Vgl. Kontaktverschleiß als Wertmaßstab für elektrische Schaltgeräte, Werkst.-Techn. Bd. 25, S. 33 (1931); ferner Bewertung von Steuerwalzen und Widerständen im aussetzenden Betrieb, ETZ 1922, S. 753.

Digitized by Google

Unter der Annahme, daß der Grenzwert $a_g = 5$ ist, weiterhin unter der Annahme, daß sich die Abnutzung mit der 2,5ten Potenz der Leistung ändert und $S_0 = 5$ ist, ergeben sich für N_x folgende Werte:

Die ursprüngliche Formel

$$N_x^{\nu} S_x = N_0^{\nu} S_0$$

wird zu

$$N_x^{\nu} S_x = N_0^{\nu} S_0 \, a ,$$

daraus

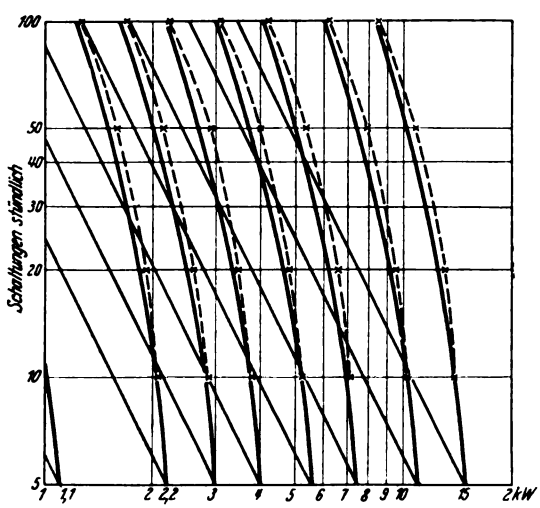
$$N_x = N_0 \sqrt[\nu]{\frac{a}{S_x/S_0}} .$$

Für den Faktor, mit dem die Listenleistung N_0 zu multiplizieren ist, erhält man folgende Werte

S_x	S_x/S_0	a	$\frac{a}{S_x/S_0}$	$\sqrt[\nu]{\frac{a}{S_x/S_0}}$
100	20	4,94	0,245	0,567
50	10	4,47	0,447	0,721
20	4	2,96	0,74	0,88
10	2	1,8	0,9	0,953
5	1	1	1	1

Für die normalen Werte von N_0 zwischen 1,1 und 15 kW vermindern sich bei steigender Schalthäufigkeit ($S_0 = 5$ angenommen) die Leistungen folgendermaßen:

S_x	N_x in kW							
5	1,1	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15
10	1,05	2,1	2,86	3,8	5,25	7,2	10,5	14,2
20	0,97	1,95	2,65	3,5	4,85	6,6	9,7	13,2
50		1,6	2,15	2,9	4	5,4	8	10,8
100		1,24	1,7	2,25	3,1	4,2	6,2	8,5



Die geraden Linien geben die Verminderung für konstante Abnutzungszeit an, die Kurven für mit steigender Schalthäufigkeit kleiner werdende Abnutzungszeit.
Die gestrichelten Kurven entsprechen obiger Rechnung, die stark ausgezogenen der bisherigen Praxis der Firma F. Klöckner. Bei Aufstellung der Kurven ist angenommen, daß sich der Verschleiß mit der 2,5ten Potenz der Stromstärke ändert.

Abb. 2. Leistungsverminderung von Schaltgeräten bei höherer Schalthäufigkeit, deren Listenleistung für 5 Schaltungen stündlich angegeben ist.

Die hieraus resultierenden gestrichelten Kurven (Abb. 2) entsprechen mit sehr guter Annäherung den meist angenommenen Werten (stark ausgezogene Kurven). Die Leistungsfestsetzung nach den Kurven wird demnach sehr gut durchführbar sein. Die Feststellung der erforderlichen Listenleistung nach dem Kurvenblatt Abb. 2, das auf der Grundlage $y = 2{,}5$ aufgezeichnet ist, geht in folgender Weise vor sich:

Man sucht auf beiden Achsen die Werte der betreffenden Steuerung auf und verfolgt die nächste nach rechts gelegene gestrichelte Linie bis zu ihrem größten Leistungswert. Z. B. wäre demnach erforderlich für einen Motor 4 kW bei 20 Schaltungen stündlich ein Schalter mit der Listenleistung 5,5 kW, desgleichen bei 100 Schaltungen stündlich Listenleistung 7,5 kW.

Abb. 2 zeigt die Abnahme der Leistung mit steigender Schalthäufigkeit, und zwar die geraden Linien bei gleichbleibender Lebensdauer, z. B. 6000 h, die gekrümmten Kurven bei Abnahme der Leistung mit der Schalthäufigkeit unter der Annahme kleiner werdender Abnutzungszeiten mit steigender Schalthäufigkeit.

Die Lebensdauer der Kontakte bei Belastung entsprechend den gekrümmten Linien sinkt demnach mit steigender Schalthäufigkeit in abgerundeten Werten wie folgt:

bei 100 Schaltungen stdl. auf 20 %
„ 50 „ „ „ 22 „
„ 20 „ „ „ 34 „
„ 10 „ „ „ 55 „
„ 5 „ „ „ 100 „.

H. Franken.

Die morphologische Umgestaltung der geschiebeführenden Flüsse im Zusammenhang mit der Großkraftausnutzung.

Als Untersuchungsobjekte dienen hier[1]:

1. die Saalachflußstrecke, die durch den Einbau der Talsperre bei Reichenhall eine Umbildung erfahren hat;
2. die Innflußstrecke, soweit sie durch die Inbetriebnahme des Töginger Großkraftwerks beeinflußt wird.

Die Untersuchungen am Saalachsee brachten das beachtenswerte Ergebnis, daß bei Talsperrenanlagen in geschiebeführenden Flüssen mit weit größeren Auflandungen gerechnet werden muß, als bisher angenommen wurde, ja daß die Auflandungen die Speicheranlage in verhältnismäßig kurzer Zeit überhaupt illusorisch machen. Dies hängt insbesondere auch damit zusammen, daß Spülungen am Wehr nur auf eine ganz kurze Strecke wehraufwärts wirksam sind, wogegen die Auflandungen natürlich von der Zuflußseite her gegen das Wehr hin fortschreiten. Die große Entfernung der Spülschleusen vom Einlauf zur Triebwasserleitung bringt am Saalachwerk bei weiterer Auflandung auch noch diesen Einlauf in Schwierigkeiten. Es gehört deshalb der Einlauf, wo immer dies irgendwie möglich ist, in den Wirkungsbereich der Spülanlage.

Sehr aufschlußreich in diesem Teil der Untersuchungen sind auch noch die Betrachtungen über die Zusammensetzung der Auflandung nach Siebstufen und über den Einfluß der Saalachsperre auf die Größe der Eintiefung flußabwärts des Wehres.

Bei der zweiten untersuchten Flußstrecke, nämlich dem Inn im Bereich des Einflusses der Töginger Wasserkraftanlage, liegen die Verhältnisse insofern anders als im Fall 1, als sich hier der Aufstau auf den Flußschlauch selbst beschränkt. Damit ist die Geschwindigkeitsabnahme in der Staustrecke nicht so groß. Dagegen hat die Entnahmestrecke hier rd. 28 km Länge gegenüber 1,8 km am Saalachwerk.

Die Untersuchungen erstrecken sich hier auf die Zeit vom Februar 1924 — dem Beginn des Dauerstaues — bis zum Ende des Jahres 1929. Die in dieser verhältnismäßig kurzen Zeitspanne bereits festgestellte morphologische Umgestaltung veranschaulichen folgende Zahlen: Auflandung oberhalb des Staugebietes 185 000 m³, im Staubereich selbst 2 155 000 m³. Zwischen Wehr und Wiedereinmündung des U.W.-Kanals, also im Bereich der Kraftwasserentnahme, findet zur Zeit noch Eintiefung statt. In den Mengenfeststellungen kommt dieser Prozeß nicht voll zur Geltung, weil das abrutschende Material der wunden Steilhänge einen gewissen Ersatz für das im Flußbett abgetragene Geschiebe bildete. In der 3. Teilstrecke, von der Einmündung des U.W.-Kanals nach abwärts, wird die Wirkung des geschiebefrei zurückgegebenen Werkwassers mit über 1 Mill m³ Abtrag sichtbar. Mit dieser rasch fortschreitenden Eintiefung hängt es auch zusammen, daß zur Festlegung des Wasserspiegels im U.W.-Kanal eine Grundschwelle am Kanalauslauf eingebaut werden mußte. Die hier kurz skizzierten Prozesse sind natürlich noch im vollen Flusse. Der Bauingenieur harrt deshalb mit großem Interesse der Bekanntgabe weiteren Beobachtungsmaterials, das aus den laufenden planmäßigen Beobachtungen gewonnen wird. *Stck.*

[1] Oexle u. Schreitmüller, Wasserkr.-Jb. 1930/31, S. 208.

Digitized by Google

Beitrag zur Frage des Überspannungschutzes.

Von Dipl.-Ing. E. König, Frankfurt a. M.

Übersicht. Zunächst werden Messungen über Form und Höhe von Überspannungs- und Wanderwellen auf Freileitungen zusammengestellt und verglichen. Es ergibt sich, daß die Beanspruchung der Isolation der Anlage mit einer Stoßbeanspruchung identifiziert werden muß. Für diese Stoßbeanspruchung wird eine „Normalwelle" den weiteren Untersuchungen zugrunde gelegt. Aus dem Verhalten der Isolation der Anlage und der Funkenstrecken von Überspannungsableitern gegenüber dieser Normalwelle werden wichtige Schlüsse für die Ausbildung von Funkenstrecken und Widerständen der Ableiter gezogen. Schließlich wird eine entsprechend ausgebildete Überspannungschutz-Einrichtung kurz beschrieben.

I. Die Erscheinungsform der Überspannung im Netz.

Wir stellen zunächst fest, wie eine Überspannungswelle im Netz überhaupt aussieht. Bei dieser Untersuchung beschränken wir uns auf Gewitterüberspannungen. Wichtig für den Schutz ist neben ihrer Höhe auch ihre Stirnlänge bzw. Steilheit.

a) In amerikanischen Netzen gemessene Überspannungen[1] zeigen Stirnlängen von 1,6 ··· 36 µs bei Gesamtlängen der Wellen von 4 ··· 75 µs (Abb. 1). Es ergibt sich also als steilster Anstieg 118 kV/µs, entsprechend 0,63 kV/m.

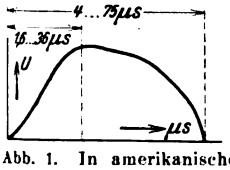


Abb. 1. In amerikanischen Netzen festgestellte Wanderwellenformen.

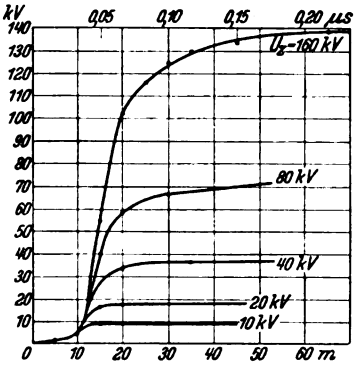


Abb. 2. Von Binder experimentell festgestellte Wellenstirnen.

b) Nach Binder[2] ergibt sich (Abb. 2) bei künstlich erzeugten Wanderwellen eine größte Steilheit von 1200 kV/µs, entsprechend 4 kV/m. Solche Steilheiten scheinen jedoch praktisch nicht vorzukommen und nur direkt an der Erzeugungstelle der Welle feststellbar zu sein.

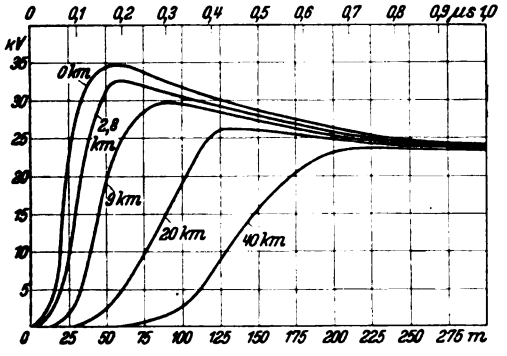


Abb. 3. Absenkung und Stirnverlängerung einer Wanderwelle von 35 kV beim Lauf über 40 km Freileitung (nach Binder).

c) Beim Lauf über die Leitung werden die Wellen dann rasch abgeflacht. Auch hierüber hat Binder[3] Messungen angestellt (Abb. 3). An einer Leitung wurden folgende Werte gemessen:

Weg in km	kV/µs	kV/m
0	189	0,63
3	174	0,58
9	111	0,37
20	80	0,27
40	46	0,15

[1] ETZ 1931, S. 1042.
[2] L. Binder, Die Wanderwellenvorgänge auf experimenteller Grundlage, S. 44, Abb. 52. Verlag Julius Springer, Berlin 1928.
[3] Wie Fußnote 2, S. 77, Abb. 94.

d) Nach anderen Untersuchungen[4] an amerikanischen Netzen ergaben sich praktisch folgende Stirnlängen:

20 % aller Überspannungen haben eine Stirnlänge unter 10 µs
20 % „ „ „ „ „ von 10 ··· 100 µs
60 % „ „ „ „ „ über 100 µs

Die steilsten Wellen sind also die seltensten. Die Spannungsabsenkung durch Dämpfung beträgt je km

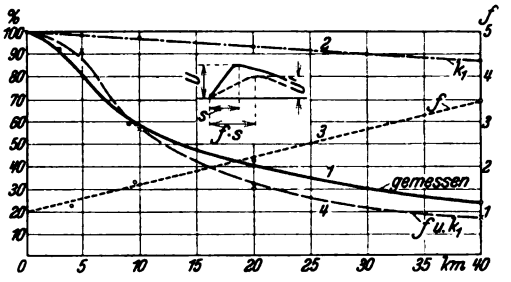
$$A = k\,u^2 \quad (u \text{ in kV}). \tag{1}$$

Bei großem Leiterdurchmesser und großem Abstand vom Erdseil ist

$$k = k_1 = 0{,}8 \cdots 1{,}25 \cdot 10^{-4}, \tag{2}$$

bei kleineren Werten von Durchmesser und Abstand

$$k = k_2 = 3{,}1 \cdots 4{,}4 \cdot 10^{-4}. \tag{3}$$



s Stirnlänge U Wellenhöhe

Abb. 4. Änderung der Wellenform beim Lauf über eine Freileitung.

e) In Abb. 4 ist die Änderung der Wellenhöhe beim Lauf über eine Freileitung aufgetragen. Es bedeutet die ausgezogene Kurve *1* eine Messung von Binder mit einer 35 kV-Welle (nach I c) unter Berücksichtigung der Verlängerung der Stirn während des Laufes (nach Abb. 3), die Gerade *2* die rechnerische Absenkung der Binderschen Welle von 35 kV nach d) mit dem Faktor $k_1 = 1 \cdot 10^{-4}$, die Gerade *3* den Verlängerungsfaktor f für die Stirnlänge nach den Binderschen Aufnahmen (s. Abb. 3), Kurve *4* die mittels f und k_1 berechnete Wellenhöhe. Diese Kurve stimmt gut mit der gemessenen überein, so daß die unter d) angegebenen Faktoren k_1 und k_2 wohl als brauchbar angesehen werden können.

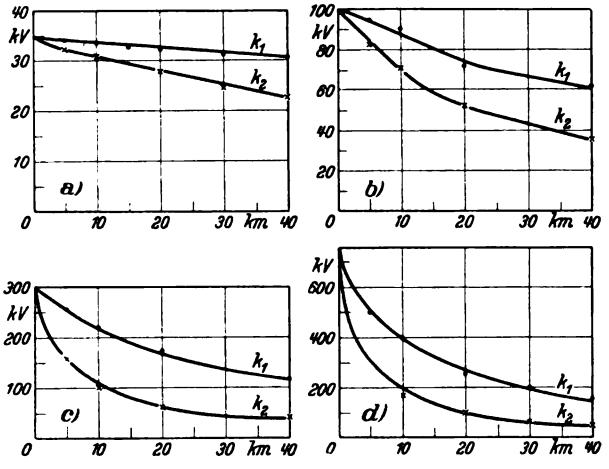


Abb. 5. Absenkung der Wellenamplitude beim Lauf über eine Freileitung mit den Konstanten k_1 bzw. k_2.

f) Da die Absenkung der Wellen nach d) proportional u^2 ist, werden die höheren Wellen schneller abgesenkt als die niedrigen. In Abb. 5 a ··· d ist nun dargestellt, wie weit Wellen von den Anfangspannungen 35, 100, 300 und 750 kV beim Laufe über 40 km Freileitung in ihrer Höhe herabgesetzt werden. Hierbei ist eine Leitung mit geringen Verlusten ($k_1 = 1 \cdot 10^{-4}$) und eine Leitung mit hohen Ver-

[4] ETZ 1930, S. 748.

Digitized by Google

lusten ($k_2 = 3{,}5 \cdot 10^{-4}$) angenommen. In Abb. 6 ist dann eingetragen, bis zu welchem prozentualen Wert der Anfangspannung die Wellen herabgesetzt werden. Die an den Enden der Kurven angegebenen Zahlen geben die Anfangspannung in kV an, während die Indices 1 bzw. 2 auf Leitungen mit den Konstanten k_1 bzw. k_2 hinweisen.

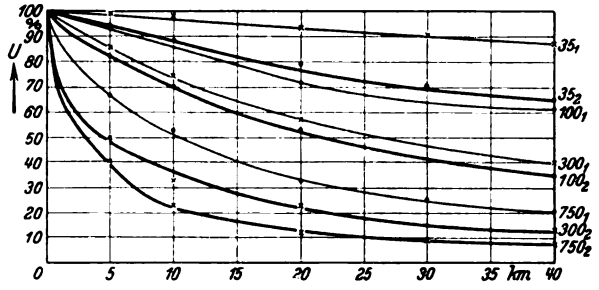


Abb. 6. Prozentuale Absenkung von Wanderwellen (35, 100, 300 u. 750 kV) bei den Leitungskonstanten k_1 bzw. k_2.

g) Nach den neuesten Messungen von F. Voerste[5] sind auch die Koronaverluste von einschneidender Bedeutung für die Gestaltung von Wanderwellen. Da die Koronagrenzspannung praktisch starken Schwankungen unterworfen ist (Verschmutzung, Vereisung, Beregnung), lassen sich jedoch feste Zahlenwerte, aus denen Schlüsse auf die Verwendbarkeit der Korona als Überspannungsschutz gezogen werden könnten, nicht geben.

h) In großen Zügen können wir so das Verhalten einer Wanderwelle auf der Freileitung verfolgen und müssen nun eine Form suchen, die wir als „Normalwelle" den weiteren Untersuchungen zugrunde legen. Für diese „Normalwelle" wollen wir für den ungünstigsten Fall nach a) und c) eine Steilheit von rd. 200 kV/µs einsetzen und können so die Beanspruchung der Anlagenteile mit einer Stoßbeanspruchung identifizieren. Noch steilere Wellen scheinen außerordentlich selten zu sein.

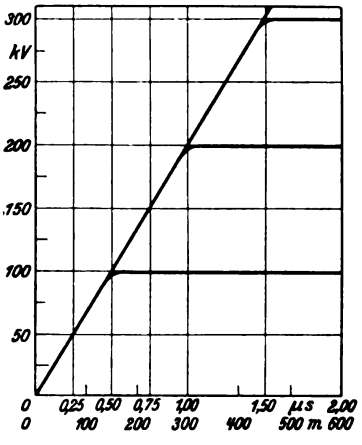


Abb. 7. Schematisiertes Normalwellenbild.

Ob nun im praktischen Betriebe die Wellen höherer Spannung eine geringere Steilheit als diejenigen niedrigerer Spannung aufweisen, ist bisher noch nicht einwandfrei geklärt. Wir nehmen daher für alle Wellen die gleiche „Normalform" an und erhalten so das schematisierte Normalwellenbild Abb. 7. Abflachung und Absenkung während ihres Laufes lassen wir unberücksichtigt, da wir den ungünstigsten Fall — die Auswirkung in der Nähe der Entstehungsstelle — untersuchen wollen. Mit Hilfe dieser Feststellungen können wir das Verhalten der Durchbruchstellen im Netz näher untersuchen, um schließlich darüber ein Urteil zu gewinnen, welche Auswirkung die Überspannung im Netz haben wird.

II. Das Verhalten der Durchbruchstellen der Anlage bei Stoßbeanspruchung.

a) Als Durchbruchstellen wollen wir im folgenden nur die in Luft liegenden berücksichtigen. Es sind dies:

1. Freileitungsisolatoren (Hängeketten, Stützer, Durchführungen),
2. Stationsisolatoren (Innenraumstützer und -durchführungen),
3. Funkenstrecken von Überspannungsableitern, und zwar Kugelfunkenstrecken, Löschfunkenstrecken, Spitzenfunkenstrecken.

b) Die Durchbruchverzögerung geht bei unseren weiteren Untersuchungen nicht direkt in die Rechnung ein, sondern es wird, um größere Übersichtlichkeit zu erhalten, mit dem Stoßverhältnis n gerechnet. Als Stoßverhältnis bezeichnet man bekanntlich das Verhältnis der Stoß-Überschlagspannung zur normalfrequenten Überschlagspanspannung. Dieses Verhältnis ändert sich natürlich mit den charakteristischen Daten des Stoßes, wie Steilheit, Zeitkonstante usw., doch wollen wir mit einem Mittelwert rechnen, der die größte Wahrscheinlichkeit besitzt, den praktischen Verhältnissen zu entsprechen, und für den wir folgende Angaben zusammenstellen:

1. Nach H. Müller[6] ergibt sich im Mittel folgendes Stoßverhältnis:

α) für Freileitungsisolatoren
bezogen auf normalfrequenten Regenüberschlag: $n = 2{,}0$
" " " Trockenüberschlag: $n = 1{,}3$
β) für Freiluft-Durchführungen normaler Bauart
naß und trocken: $n = 1{,}5$
γ) für Mehrrohr-Durchführungen, naß und trocken: $n = 1{,}75$.

Bei Stützisolatoren kann ein Polaritätsunterschied von durchschnittlich 20 % festgestellt werden. Der normalfrequente Regenüberschlag liegt durchschnittlich bei 70 % des normalfrequenten Trockenüberschlages.

δ) für Innenraum-Stützer im Mittel: $n = 1{,}5$
ε) für Innenraum-Durchführungen im Mittel: $n = 1{,}5$
ζ) für Mehrrohr-Durchführungen im Mittel: $n = 1{,}75$.

Bei Stützern läßt sich ein Polaritätsunterschied bis 20 % feststellen, bei Durchführungen fehlt er.

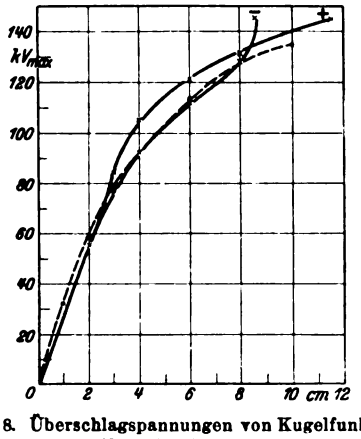


Abb. 8. Überschlagspannungen von Kugelfunkenstrecken (Kugeldurchmesser 6,25 cm).

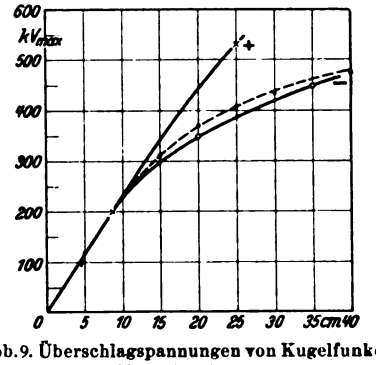


Abb. 9. Überschlagspannungen von Kugelfunkenstrecken (Kugeldurchmesser 25 cm).

2. Funkenstrecken. — Die Kugelfunkenstrecke zeigt ein Stoßverhältnis, das nicht nennenswert von $n = 1$ abweicht (Abb. 8). Bei sehr hohen Spannungen ergibt sich ein Polaritätseffekt[7] (Abb. 9), der allerdings bei den Spannungen, die für die folgenden Untersuchungen in Frage kommen, noch keine ausschlaggebende Rolle spielt. Wir können daher das Stoßverhältnis der Kugelfunkenstrecke mit $n = 1$ einsetzen. (Die gestrichelten Kurven in den Abb. 8 und 9 geben die normalfrequente Überschlagspannung nach Peek an.) Beregnete Kugeln sind gleichzusetzen mit einer Spitzenfunkenstrecke.

Bei der Spitzenfunkenstrecke ist nach Roth[8] das Stoßverhältnis $n = 2{,}25$ bei Stoß mit einer Stirnlänge von 0,2 µs und einer Amplitude bis 1400 kV. Auf den gleichen Wert kommen auch andere Verfasser.

III. Die zahlenmäßigen Durchbruchwerte U (in kV) im Netz.

Wir bezeichnen mit

$U_{w\,\mathrm{eff}}$ den Effektivwert der normalfrequenten Wechselspannung,

[5] F. Voerste, ETZ 1933, S. 452.

[6] Har. Müller, Mitt. Hermsdorf Schomburg Isol. H. 53/54 (1930).

[7] Die Kurven sind einer Erfahrungssammlung der Studiengesellschaft entnommen. Als Literatur ist u. a. aufgeführt:
Peek, Dielectric Phenomena, New York 1929;
Peek, Progrès dans la connaissance de la foudre, Veröff. d. Hochspannungskonferenz Paris 1929, Bd. 2;
McMillan u. Starr, J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 49, S. 859 (1930).

[8] A. Roth, Hochspannungstechnik, S. 207. Verlag Julius Springer, Berlin 1927.

Digitized by Google

$U_{w\max}$ den Scheitelwert der normalfrequenten Wechselspannung,
U_s den Stoßspannungswert.

Diese Werte gelten für den trockenen Zustand. Im beregneten Zustand treten an ihre Stelle: $U'_{w\text{eff}}$ bzw. $U'_{w\max}$ usw. Die effektive verkettete Betriebspannung bezeichnen wir mit E (in kV). Legt man die Mindestwerte der Überschlagspannung nach VDE zugrunde[9], so ergibt sich:

a) Die Isolation der Freileitung hat nach II b) folgende Überschlagswerte:

1. bei Regen

$$U'_{w\text{eff}} = 1{,}1\,(2{,}2\,E + 20) = 1{,}1\,\alpha$$

$$U'_{w\max} = \sqrt{2}\,U'_{w\text{eff}} = 1{,}55\,\alpha\,, \quad U'_s = 2\,U'_{w\max} = 3{,}1\,\alpha$$

2. trocken

$$U_{w\max} = \frac{U'_{w\max}}{0{,}7} = 2{,}2\,\alpha\,, \quad U_s = 1{,}3\,U_{w\max} = 2{,}9\,\alpha\,.$$

In nassem und trockenem Zustand ist also die Überschlagspannung bei Stoß annähernd die gleiche, und zwar bei normaler VDE-mäßiger Anlage rund

$$U_s = 3\,\alpha = 3\,(2{,}2\,E + 20)\ \text{kV}\,,$$

wobei E in kV_{eff} einzusetzen ist. Dies gilt für Stützer und Ketten. Für normale Freiluft-Durchführungen ergibt sich nach II b):

beregnet: $U'_s = 2{,}3\,\alpha$; trocken: $U_s = 3{,}3\,\alpha$.

Da Mehrrohr-Durchführungen naß und trocken annähernd die gleiche Überschlagspannung haben, ergibt sich für diese beregnet und trocken: $U_s = 2{,}75\,\alpha$.

b) Die Innenraumisolation hat folgende Werte:

$$U_{w\max} = 1{,}55\,\alpha\,, \qquad U_s = 1{,}5\,U_{w\max} = 2{,}3\,\alpha\,.$$

c) Die Ableiter-Funkenstrecken haben folgende Werte:

1. Die Kugelfunkenstrecke (trocken):

$$U_{w\text{eff}} = 1{,}5\,E \text{ (übliche Einstellung)}$$

$$U_{w\max} = 2{,}1\,E\,, \qquad U_s = U_{w\max} = 2{,}1\,E\,;$$

für $E \geq 20$ kV kann gesetzt werden: $U_s = \alpha$.

Beregnet geht die Kugelfunkenstrecke in die Spitzenfunkenstrecke über und schlägt bei normaler Trockeneinstellung schon bei Betriebspannung durch, wenn sie beregnet wird.

2. Die Löschfunkenstrecke muß, um sichere Löschung zu gewährleisten, auf etwa die doppelte verkettete Betriebspannung, also auf $2\,E$, eingestellt werden. Die Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-G. m. b. H. hatte die Freundlichkeit, eine solche Funkenstrecke in ihrem Prüffeld zu untersuchen. Hierbei wurde folgendes festgestellt: „Bei Wechselspannung normaler Frequenz wurde eine Ansprechspannung von 47 kV_{eff} entsprechend einer Scheitelspannung von rd. 66 $\text{kV}_{\max}$, bei Spannungsstoß mit langsam abfallendem Rücken ($T = 2000\,\mu\text{s}$) Werte von 88 ··· 92 $\text{kV}_{\max}$, bei Spannungstoß mit schnell abfallendem Rücken ($T = 9\,\mu\text{s}$) Werte von 93 ··· 99 $\text{kV}_{\max}$ festgestellt. Das Stoßverhältnis schwankt bei einem langsam abfallenden Stoßrücken von 1,33 bis 1,39, bei einem schnell abfallenden Stoßrücken von 1,41 bis 1,5“[10].

Da wir es bei Überspannungen meist mit langsam abfallendem Rücken zu tun haben, können folgende Werte eingesetzt werden:

$$U_{w\text{eff}} = 2\,E\,, \qquad U_{w\max} = 2{,}8\,E\,,$$

$$U_s = 1{,}35\,U_{w\max} = 1{,}6\,\alpha \text{ (für } E \geq 20 \text{ kV)}.$$

3. Die Spitzenfunkenstrecke zeigt trocken und beregnet folgende Werte:

$$U_{w\text{eff}} = 1{,}5\,E\,, \quad U_{w\max} = 2{,}1\,E\,, \quad U_s = 2{,}25\,U_{w\max} = 4{,}75\,E\,;$$

für $E \geq 20$ kV kann gesetzt werden $U_s = 2{,}15\,\alpha$.

[9] VDE 0670/1929, § 67.

[10] Nach neueren Veröffentlichungen (AEG-Druckschrift über Überspannungsableiter mit spannungsabhängigen Widerständen) haben diese Funkenstrecken ein Stoßverhältnis, das nur wenig über 1 liegt.

Die so ermittelten Durchbruchsversuche aller Durchbruchstellen im Netz sind in Abb. 10 eingetragen. Die Abbildung zeigt, daß die Stoßüberschlagspannungen der Spitzen- und der Löschfunkenstrecke in bedrohlicher Nähe der entsprechenden Spannungswerte der Innenisolatoren und der Freiluftdurchführungen normaler Bauart liegen. Berücksichtigt man, daß Mittelwerte eingetragen sind, so ist ohne weiteres die Möglichkeit gegeben, daß diese Isolatoren überschlagen werden, ohne daß die Ableiter-Funkenstrecken überhaupt ansprechen. Es ist daher danach zu streben, die genannten Isolatoren mit einer höheren Stoßüberschlagspannung auszuführen, um die an sich recht wirksamen Löschfunkenableiter mit spannungsabhängigen Widerständen ausnutzen zu können. Spitzenfunkenstrecken dürften allerdings beim neuzeitlichen Überspannungsschutz ganz ausscheiden. Ein sicheres Ansprechen, bevor die Isolatoren überschlagen, gewährleistet aber nur die Kugelfunkenstrecke.

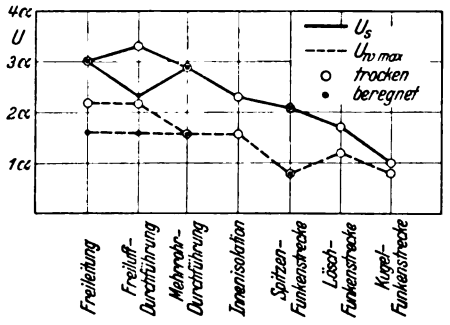


Abb. 10. Überschlagwerte im Netz.

IV. Die Eigenschaften des Überspannungsschutzes.

Mit dem Ansprechen der Funkenstrecke ist aber die Überspannung noch nicht unschädlich gemacht. Auch der Widerstand muß so beschaffen sein, daß er, durch das Ansprechen der Funkenstrecke eingeschaltet, nun auch die Überspannung so weit herabsetzt, daß der Anlage von der Restspannung keine Gefahr mehr droht.

Als Widerstand für Überspannungsableiter benutzt man entweder Stoffe, die einen von der auftretenden Überspannung unabhängigen Wert besitzen (z. B. Drahtwiderstände unter Öl), oder spannungsabhängige Widerstände (Ocelitstäbe, Kathodenfallelemente usw.). Die spannungsabhängigen Widerstände bedingen Löschfunkenstrecken, auf deren Nachteile in gewissen Fällen weiter oben schon hingewiesen wurde. Über ihre Wirkungsweise ist in dieser Zeitschrift in letzter Zeit schon mehrfach berichtet worden[11], so daß sich weitere Ausführungen erübrigen. Der konstante Widerstand ist durch das Interesse, das dem spannungsabhängigen Widerstand entgegengebracht wurde, in letzter Zeit etwas vernachlässigt worden, obwohl eine einfache Überlegung zeigt, daß auch mit konstanten Widerständen, wenn man sich nur von der bisher üblichen Bemessung freimacht, ein ausgezeichneter Schutz erreicht werden kann, der sich außerdem sehr leicht übersehen und den Netzverhältnissen anpassen läßt. Die konstanten Widerstände hat man bisher größer oder gleich dem Wellenwiderstand der Leitung gewählt. Dadurch lassen sich wohl Reflexionen der Überspannungswellen vermeiden, was auch schon einen nennenswerten Vorteil gegenüber ungeschützten Stationen bedeutet; ein wesentlich vollkommenerer Schutz läßt sich aber dadurch erreichen, daß man den Widerstand so bemißt, daß die Restspannung überhaupt nicht mehr in der Lage ist, irgendwelche Schäden in der Anlage anzurichten. Wie die folgenden Ausführungen zeigen, ist dies auch durchaus möglich.

In einer Kopfstation, in der sich ein Überspannungsableiter befindet, gilt für die Spannungsverhältnisse folgende Gleichung:

$$U_r = \frac{2\,U}{1 + \frac{W}{R}} \tag{4}$$

(U Wellenspannung, W Wellenwiderstand der Leitung, R Ableiterwiderstand, U_r Restspannung.)

Berücksichtigt man nun, daß die Überspannung von der Freileitung her in die Station kommt, und zwar mei-

[11] ETZ 1931, S. 1494.

Digitized by Google

stens durch Blitzschläge hervorgerufen wird, so kann die höchste in die Station laufende Überspannung offenbar nicht über der Stoßüberschlagspannung der Freileitungsisolatoren liegen, denn eine höhere Überspannung würde bereits auf der Freileitung zu Überschlägen und zur Begrenzung auf die Überschlaghöhe der Isolatoren führen. Die Restspannung, die in der Station beim Ansprechen des Ableiters verbleibt, darf nun, damit die Station keinen Schaden nimmt, höchstens gleich der Stoßüberschlagspannung der Stationsisolatoren sein. Aus diesen Angaben ergibt sich ein Ableiterwiderstand R durch Umformung der Gl. (4), wobei U_F die Stoßüberschlagspannung der Freileitung und U_S die Stoßüberschlagspannung der Stationsisolatoren bezeichnen. Wir finden also

$$R = \frac{W}{2\,\frac{U}{U_r} - 1} = \frac{W}{2\,\frac{U_F}{U_S} - 1}. \qquad (5)$$

Für den Fall, daß die Stoßüberschlagspannung der Freileitung doppelt so groß ist wie die der Station, ergibt sich als höchst zulässiger Widerstand $R = W/3$.

Ähnlich geht man bei der Behandlung der Verhältnisse bei einer Durchgangstation vor. Letzterer Fall wird der meistens zur Anwendung kommende sein, da der Ableiter zweckmäßig bereits vor Einmündung der Leitung in die Station zwischen Leitung und Erde eingeschaltet wird. Die Spannungsverhältnisse in der Durchgangstation sind durch folgende Gleichung gegeben:

$$U_r = \frac{U}{1 + \frac{W}{2R}}. \qquad (6)$$

Durch entsprechende Umformung erhalten wir für

$$R = \frac{W}{2\,\frac{U}{U_r} - 2} = \frac{W}{2\,\frac{U_F}{U_S} - 2}. \qquad (7)$$

Nun müssen wir aber berücksichtigen, daß wir nach dieser Rechnung an den Anschlußstellen des Ableiters eine Restspannung erhalten, die von der Größe der Stoß-Überschlagspannung der Station ist. Diese Spannung kann jedoch in der Station auf den doppelten Wert reflektiert werden und so zu Überschlägen führen. Wir müssen daher die Restspannung so niedrig halten, daß sie höchstens gleich der halben Stoß-Überschlagspannung der Station ist. Wir erhalten dann für den Widerstand:

$$R = \frac{W}{4\,\frac{U_F}{U_S} - 2}. \qquad (8)$$

Bei dem oben angegebenen Verhältnis von U_F zu U_S erhalten wir in diesem Falle einen Ableiterwiderstand $R = W/6$. Die Schwierigkeit der Konstruktion solcher Widerstände, die infolge ihres niedrigen Wertes eine große Leistung aufnehmen, läßt sich durch Verwendung von Schaltvorrichtungen beheben, die möglichst unverzögert arbeiten.

Man kann nun noch einen Schritt weitergehen und den eigentlichen Ableiter (Funkenstrecke mit Widerstand) räumlich völlig von der erwähnten Schaltvorrichtung trennen. Es werden z. B. Kugelfunkenstrecken vor der Station an die Leitung angebaut und diese Funkenstrecken über sehr niedrige Widerstände oder gar widerstandslos geerdet. (Der Erdwiderstand ist natürlich nicht zu vermeiden, ist aber so klein, daß er in diesem Zusammenhang vernachlässigt werden kann.) Der Leitungschalter besitzt nun eine unverzögerte Kurzschlußauslösung und eine Wiedereinschalt-Vorrichtung, so daß sofort nach dem Ansprechen der Funkenstrecke die Leitung abgeschaltet und dadurch jeder Lichtbogen zum Verlöschen gebracht wird. Die Leitung wird nun, nachdem sie durch die kurzzeitige Erdung von der Überspannung befreit ist, wieder eingeschaltet. Es könnte hiergegen eingewendet werden, daß eine solche Stromunterbrechung für den Abnehmer nicht angenehm sei; man muß aber bedenken, daß ein von der Überspannung hervorgerufener Überschlag von Anlagenteilen eine viel längere Stromunterbrechung zur Folge haben würde, so daß die vorgeschlagene Lösung nur das kleinere von zwei Übeln ist.

Eine aus Funkenstrecke und Ölschalter mit Motorantrieb bestehende nach obigen Gesichtspunkten entwickelte Überspannungs-Schutzeinrichtung ist schon einige Zeit praktisch in Betrieb und hat sich, soweit bisher beurteilt werden kann, gut bewährt.

Der Stand der Elektrizitätsversorgung der UdSSR. im Jahre 1932.

Von Dipl.-Ing. **P. Gurewitsch**, Zürich, und Dipl.-Ing. **K. v. Pohl**, z. Z. Berlin.

(Fortsetzung v. S. 1140.)

II. Die Entwicklung der Wärmekraftwerke.

Die Wärmekraftwerke nehmen in der Elektrizitätswirtschaft der UdSSR. nach wie vor eine überwiegende Stellung ein. Ihr Anteil an der Energieerzeugung betrug im Jahre 1932 etwa 91,5 %. Dabei ist allerdings zu bemerken, daß die meisten größeren Wärmekraftwerke der UdSSR. mit lokalen und insbesondere mit kalorienarmen Brennstoffen arbeiten. So können z. B. 96 an die regionalen Sammelschienen angeschlossene Wärmekraftwerke mit insgesamt 2 671 500 kW hinsichtlich der Brennstoffversorgung wie folgt eingeteilt werden:

8	Anlagen	mit	252 500	kW	verfeuern ortsfremdes Erdöl,
5	„	„	187 300	„	„ Erdöl aus örtlichen Vorkommen,
36	„	„	519 800	„	„ ortsfremde Steinkohlen,
34	„	„	787 900	„	„ Steinkohle a. örtlichen Vorkommen,
2	„	„	285 000	„	„ Braunkohlen aus örtlichen Vorkommen,
11	„	„	639 000	„	„ Torf.

Der Anteil verschiedener Brennstoffe an der Stromerzeugung dieser Kraftwerke zeigt folgendes Bild:

mit ortsfremdem Erdöl wurden . . .	16,3 %	erzeugt,
„ Erdöl aus örtlichen Vorkommen .	8,1 %	„ „
„ ortsfremden Steinkohlen	14,3 %	„ „
„ Steinkohlen aus örtl. Vorkommen	24,2 %	„ „
„ Braunkohlen aus örtl. Vorkommen .	12,1 %	„ „
„ Torf	25,0 %	„ .

Wie ersichtlich wurden etwa ⅔ der Energie mit lokalen und rd. 38,0 % mit ausgesprochen kalorienarmen Brennstoffen erzeugt. Aber auch zahlreiche mit Steinkohlenfeuerung arbeitende Kraftwerke verwenden nicht die hochwertigen Kohlensorten, sondern Anthrazitabfall (Staubkohle). Jahrzehntelang sammelten sich im Donezbecken nutzlos ganze Berge von Anthrazitabfall, bis es nach langer und mühevoller Arbeit gelang, diesen Abfall unter den Kesseln zu verbrennen und somit der Volkswirtschaft Millionen von kWh an billiger Energie zuzuführen. In der Regel wird Anthrazitabfall mit heißer Luft vorgetrocknet und in langsam laufenden Kugelmühlen nachgemahlen, wobei der Rückstand auf dem 4900. Sieb etwa 8 ··· 10 % beträgt. Zwei bedeutende mit Staubanthrazit arbeitende Elektrizitätswerke sind von Prof. Dr. G. Dettmar in seiner Arbeit „Die Elektrizitätsversorgung Sowjetrußlands“[11] bereits beschrieben. Das sind die im Donezbecken gelegenen Überlandwerke Schterowka (inzwischen auf 152 000 kW erweitert) und Schachty-Artem (66 000 kW). In den letzten Jahren sind neben dem gegenwärtig im Bau begriffenen Überlandwerk Woronesh (49 000 kW) noch folgende Anlagen mit Staubanthrazitfeuerung neu errichtet worden:

a) Überlandwerk Sujewka im Donezbecken (150 000 kW), das im Jahre 1932 vollendet wurde und gegenwärtig 3 Aggregate zu 50 000 kW enthält. Die Kesselanlage dieses Werkes umfaßt 8 Kessel mit 8 · 1500 m² Heizfläche und einer Dampferzeugung von je 120 ··· 150 t/h (Dampfdruck 26 at, bei 400 ° C). Die Wasserversorgung ist durch einen 8 Mill m³ fassenden Teich gesichert, der durch Aufstauen eines benachbarten Flusses gebildet ist.

b) Überlandwerk Stalingrad a. d. Wolga (51 000 kW), dessen erste z. Z. im Betrieb befindliche Ausbaufolge

[11] ETZ 1929, S. 667 u. 705.

Digitized by Google

(die Endleistung der Anlage wird 100 000 kW betragen) 2 Hauptaggregate zu 24 000 kW und ein Hausaggregat zu 3000 kW umfaßt. Im Kesselhaus sind 4 Kessel untergebracht, deren Heizfläche 4 · 1440 m², deren Dampferzeugung 4 · 80 t/h beträgt. Die Wasserversorgung ist durch 2 Kühltürme gesichert, wobei das Zusatzwasser der Wolga entnommen wird.

Der Staubanthrazit für das Überlandwerk Stalingrad sollte ebenso wie für das benachbarte Überlandwerk Saratow (22 500 kW) aus dem Donezrevier auf dem Wasserwege unter Benutzung des projektierten Wolga-Don-Kanals angefahren werden. Infolge der Zurückstellung dieses Kanalbaues mußten diese Transporte der ohnedies stark überlasteten Bahnlinie Rostow—Stalingrad übertragen werden, was die Zweckmäßigkeit der getroffenen Brennstoffauswahl stark beeinträchtigte und eine nachträgliche Umstellung der beiden vorhin erwähnten Anlagen auf die kombinierte Erdöl- und Staubanthrazitfeuerung zur Folge hatte.

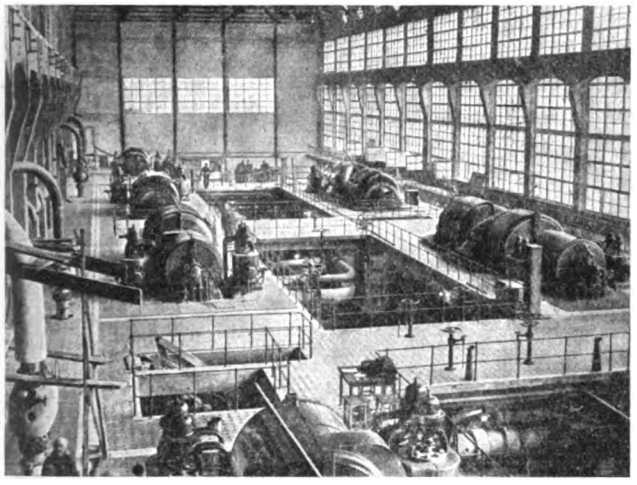


Abb. 2. Fernheizwerk Beresniki im nördlichen Ural.

Gleichzeitig mit der Entwicklung der mit Anthrazitabfall, d. h. mit „natürlicher" Staubkohle arbeitenden Kraftwerke wurde auch die Verfeuerung des „ad hoc" erzeugten Kohlenstaubes nachdrücklich gefördert. Gegenwärtig befinden sich folgende mit Kohlenstaubfeuerung ausgerüstete Anlagen im Betrieb bzw. in der Montage:

a) Fernheizwerk Beresniki im nördlichen Ural (83 200 kW). Diese bereits erwähnte Hochdruckanlage ist das größte Fernheizwerk der UdSSR. und zugleich auch der ganzen Welt (vgl. Abb. 2); sie gehört dem neuerbauten chemischen Kombinat Beresniki an und verfeuert die aus den benachbarten Kiselowogruben stammenden Steinkohlen. Das Kraftwerk besitzt 3 Hauptaggregate mit 25 600 kW und ein Hausaggregat zu 6400 kW. 5 Kessel liefern bei einer Dampferzeugung von 120 ··· 150 t/h 2,75 Mill t Dampf jährlich. Das Kesselwasser wird dem benachbarten Fluß Kama entnommen.

b) Überlandwerk Donsoda im Donezbecken (51 000 kW), das ursprünglich als Fabrikzentrale einer Sodafabrik errichtet wurde. Das Kraftwerk verfeuert die langflammigen Kohlen von Lissitschansk, es verfügt über 1 Hausaggregat zu 3000 kW, 2 Aggregate zu 8000 kW, 1 zu 10 000 kW und 1 zu 22 000 kW. Seine Kesselanlage umfaßt 12 Kessel zu 600 ··· 840 m² Heizfläche (Dampfdruck 30 at). Das Kesselwasser stammt aus dem Fluß Nördl. Donez.

c) Fernheizwerk des Moskauer wärmetechnischen Institutes Moskau III (60 000 kW). In diesem z. Z. in der Montage begriffenen Kraftwerk werden zum erstenmal in der UdSSR. Löffler-Kessel für 130 at Dampfdruck aufgestellt. 2 Kessel dieser Bauart mit einer Dampferzeugung von 150 t/h sowie ein Kessel eigener Konstruktion des wärmetechnischen Institutes (Dampferzeugung 150 ··· 200 t/h) werden gegenwärtig montiert. Zur Feuerung sollen vor allem die Donezkohlen und die Kohlen aus dem Moskauer Kohlenbecken verwendet werden, wobei allerdings mit Rücksicht auf den Versuchscharakter der Anlage die Mitverwendung auch anderer Brennstoffe wahrscheinlich ist. Die Maschinenanlage umfaßt 2 Aggregate zu 24 000 kW und ein Aggregat zu 12 000 kW.

d) Fabrikzentrale Magnitogorsk im südlichen Ural (48 000 kW), die die Strombelieferung der bekannten neuerrichteten Hüttenwerke übernommen hat und später auf 360 000 kW erweitert werden soll. Gegenwärtig befinden sich 3 Hauptaggregate (2 zu 12 000 kW und 1 zu 24 000 kW) im Betrieb und ein Aggregat zu 50 000 kW in der Montage. 5 Kessel (Heizfläche 5 · 1750 m²) liefern je 130 t/h hochgespannten Dampf (31 at bei 415 ° C). Verfeuert wird die Kohle aus dem Kusnezkrevier, mit der auch das Hüttenwerk arbeiten soll. Für die Sicherstellung der Wasserversorgung wurde der in der Nähe befindliche Fluß Ural durch einen rd. 1000 m langen Eisenbetondamm aufgestaut.

e) Fernheizwerk Kusnezk in Sibirien (36 000 kW), das als Fabrikzentrale der neuen Hüttenwerke in Kusnezk errichtet wurde. Es arbeitet mit der vorzüglichen Kohle aus den örtlichen Vorkommen und besitzt gegenwärtig 3 Maschinensätze (2 zu 6000 kW und 1 zu 24 000 kW) im Betrieb, während ein weiterer Maschinensatz zu 24 000 kW montiert wird (die volle Ausbauleistung der Anlage wird 108 000 kW betragen). Die Kesselanlage umfaßt 4 Kessel mit einer Dampferzeugung von 4 · 130 t/h; ihre Wasserversorgung ist durch den benachbarten Fluß Tomj sichergestellt.

f) 7 Anlagen von geringerer Bedeutung, u. zw. die ukrainischen Überlandwerke Charkow II (45 500 kW), Kijew II (21 000 kW), Kriwoj Rog I (20 000 kW), Dsershinsk (24 000 kW), die Fabrikzentrale Kramatorsk (25 000 kW) und die Fernheizwerke Charkow IV (15 000 kW) und Twer bei Moskau (10 000 kW).

Auch die neuesten, erst kürzlich in Angriff genommenen Kohlenkraftwerke haben fast durchweg Kohlenstaubfeuerung, wie z. B. die sibirischen und mittelasiatischen Überlandwerke Nowosibirsk II, Artemowsk und Kemerowo (je 48 000 kW), Karaganda (35 000 kW), Kuwassaj (24 000 kW), Tschimkent (12 000 kW) sowie die Fernheizwerke Moskau IV, Charkow III und Kriwoj Rog II (je 50 000 kW), Kramatorsk II, Tagil I (im nördlichen Ural) und Tagil II (je 25 000 kW).

Gewöhnliche Kohlenfeuerung besitzen hauptsächlich ältere, vor dem Kriege bzw. in den ersten Nachkriegsjahren erbaute Anlagen, wie z. B. die Überlandwerke Leningrad I ··· IV (insgesamt 150 400 kW) und Kiselowo (28 000 kW) und die früheren Kommunal- bzw. Fabrikzentralen Charkow I (23 200 kW), Dnjepropetrowsk (14 000 kW), Kijew I (15 500 kW), Rostow I (10 100 kW), Archangelsk (16 400 kW), Beshezk (19 800 kW), Wlasowka bei Rostow (11 000 kW), Jegorschino bei Swerdlowsk (10 500 kW) sowie zahlreiche kleinere Anlagen. Allerdings werden oftmals auch diese Werke bei nachträglichem Ausbau ganz oder teilweise auf Kohlenstaubfeuerung umgebaut.

Ebenso wie in Deutschland konnte auch in der UdSSR. die Braunkohle eine nicht zu unterschätzende Bedeutung bei der Stromversorgung namentlich des Moskauer Industriegebietes erlangen. Dort, im größten Braunkohlenrevier der UdSSR. befinden sich auch außer dem kürzlich begonnenen Fernheizwerk Lipezk (25 000 kW), die beiden größten Braunkohlenkraftwerke der UdSSR. Kaschira und Bobriki. Das Überlandwerk Kaschira ist mit einer installierten Leistung von 186 000 kW gegenwärtig das größte Wärmekraftwerk der UdSSR. Es hatte noch 1929 eine installierte Leistung von nur 12 000 kW (2 Aggregate zu 6000 kW) und wurde inzwischen durch Hinzufügung weiterer 4 Hauptaggregate (2 zu 22 000 kW und 2 zu 50 000 kW) sowie eines Hausaggregates zu 2000 kW erweitert. Das Kraftwerk besitzt gegenwärtig 2 Kesselanlagen; eine ältere mit 10 Kesseln (Gesamtheizfläche 5940 m², Dampfdruck 16 at) und eine neue mit 5 Hochdruckkesseln zu 3100 m² Heizfläche, die 5 · 192 t hochgespannten (30 at) Dampf/h liefert. Verfeuert wird zu Staub gemahlene Braunkohle aus dem Moskauer Kohlenbecken, ebenso wie im Überlandwerk Bobriki. Dieses noch im Bau befindliche Kraftwerk soll die Stromversorgung des neuen chemischen Kombinates in Bobriki bei Tula übernehmen. Es erhält zunächst 2 Hauptaggregate russischer Provenienz zu 50 000 kW und 5 Kessel zu 2500 m² Heizfläche. Zur Sicherstellung der Wasserversorgung wird ein künstlicher Teich mit einem Fassungsraum von 5 Mill m³ errichtet.

Das zweitgrößte Braunkohlenrevier der UdSSR. befindet sich am östlichen Ural in der Nähe der Stadt Tscheljabinsk. Hier wurde auch 1930 das Überlandwerk Tscheljabinsk I (99 000 kW) errichtet, um die zahlreichen in der Umgebung dieser Stadt neu errichteten Industriewerke

Digitized by Google

(namentlich die große Traktorenfabrik) mit Strom zu versorgen. Gegenwärtig stehen hier 4 Hauptaggregate zu 24 000 kW und ein Hausaggregat zu 3000 kW im Betrieb, während sich weitere 2 Aggregate zu 24 000 kW und 1 zu 3000 kW im Bau befinden. Die Kesselanlage umfaßt 8 Kessel zu 1250 m² Heizfläche (Dampfdruck 26 at bei 375 ° C); das Kesselwasser wird dem benachbarten Fluß Miass entnommen.

Neben der Kohle bleibt der Torf nach wie vor der wichtigste Brennstoff der sowjetrussischen Elektrizitätswerke. Seine Gewinnung erreichte im Jahre 1932 13,8 Mill t, die fast restlos in den Torfkraftwerken verfeuert wurden. Die meisten Torfkraftwerke sind von Prof. Dr. G. Dettmar in seinem bereits erwähnten Beitrag beschrieben, so daß hier nur auf die inzwischen vorgenommenen Erweiterungen und neu hinzugetretenen Anlagen hingewiesen werden soll. Die Erweiterungen der 6 im Jahre 1928 vorhandenen Torfkraftwerke waren so umfangreich, daß ihre installierte Leistung Ende 1932 562 000 kW gegen 176 000 kW erreichen konnte. Hiervon entfallen:

158 000	kW	auf das	Überlandwerk		Balachna (N. Nowgorod I)
136 000	„	„	„	„	Schatura b. Moskau
75 000	„	„	„	„	Iwanowo-Wosnessensk I
111 000	„	„	„	„	Leningrad V
46 000	„	„	„	„	Bogorodsk b. Moskau
36 000	„	„	„	„	Ljapino b. Jaroslawl.

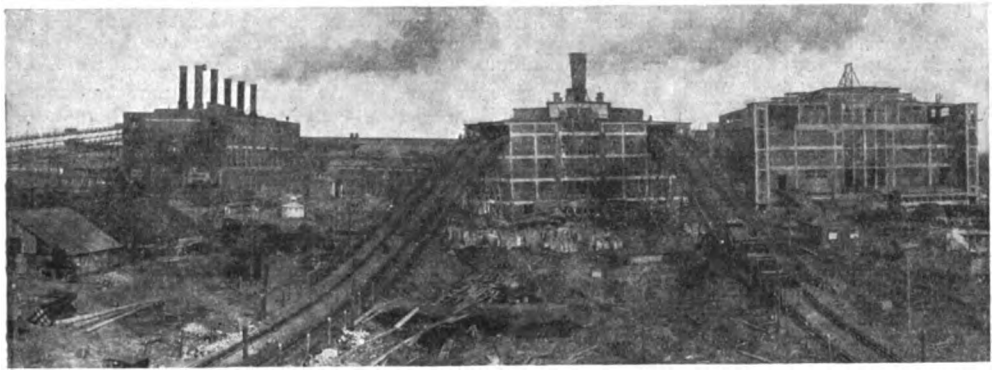


Abb. 3. Überlandwerk Balachna (Nishnij-Nowgorod I) in Erweiterung (links das alte Kesselhaus, in der Mitte und rechts die neuen Kesselhäuser, dahinter das langgestreckte Maschinenhaus).

Im Überlandwerk Balachna (Nishnij-Nowgorod I) wurden 2 Aggregate zu 22 000 kW, 2 zu 24 000 kW und 2 zu 44 000 kW neu aufgestellt; seine drei Kesselanlagen (vgl. Abb. 3) umfassen gegenwärtig neben 10 alten Sterlingkesseln zu 750 m² Heizfläche (18 at bei 375 ° C) neun neue Kessel (28 at bei 400 ° C), 6 zu 1500 m² und 3 zu 1660 m². Das Überlandwerk Schatura erhielt 2 neue Aggregate zu 44 000 kW und 9 neue Kessel (18 at bei 375 ° C): 3 zu 1200 m² und 6 zu 1500 m². Auch das Überlandwerk Leningrad V wurde durch die Neuaufstellung von zwei Hauptaggregaten zu 44 000 kW erweitert; seine Kesselanlage erhielt 6 neue Kessel zu 1750 m² (25 at bei 375 ° C).

Von den neueren Anlagen sind neben 3 kleineren Kraftwerken (Kommunalzentrale Swerdlowsk I mit 11 000 kW und die Fernheizwerke Swerdlowsk II mit 10000 kW und Iwanowo-Wosnessensk II mit 14000 kW) noch die in Betrieb befindlichen Überlandwerke Brjansk (22 000 kW) und Ossinowo in Weißrußland (20 000 kW) sowie die im Bau begriffenen Kraftwerke Dubrowka und Swerdlowsk III besonders zu erwähnen.

Das Überlandwerk Dubrowka soll als siebentes Kraftwerk dem Leningrader Stromversorgungsnetz angeschlossen werden. Es liegt in der Nähe von Leningrad an der Newa und verfeuert den Torf aus einem unmittelbar benachbarten Torfmoor. Die Endleistung des Kraftwerkes ist mit 200 000 kW (4 Maschinensätze russischer Provenienz zu 50 000 kW bei 8 Kesseln zu 2500 m² Heizfläche) festgelegt; es wird nach seiner Vollendung das größte Torfkraftwerk der UdSSR. sein. Die ersten 2 Sätze befinden sich seit Herbst 1932 in der Montage, sie sollen im Laufe des Jahres 1933 in Betrieb kommen[12]. Das Kesselwasser wird der Newa entnommen.

Das Überlandwerk Swerdlowsk III, dessen Bau erst vor kurzem eingeleitet wurde, soll neben dem ehemaligen Kommunalwerk Swerdlowsk I die Stromversorgung der in rascher Entwicklung begriffenen Hauptstadt des Uralgebietes übernehmen. Es wird in ihrer unmittelbaren Nähe an einem Torfmoor errichtet, das den Brennstoff liefern soll, und wird aus 3 Sätzen zu 50 000 kW bestehen. Die Wasserversorgung ist durch einen benachbarten See gesichert.

Außer diesen zwei Großkraftwerken wurden neuerdings vier mit Torffeuerung ausgerüstete Fernheizwerke Ishewsk a. d. Kama (24 000 kW), Perm (50 000 kW), Jaroslawl (25 000 kW) und Minsk (12 000 kW) in Angriff genommen.

Infolge mißlungener organisatorischer Maßnahmen (Loslösung der Torfgewinnung von den zugehörigen Kraftwerken und ihre Unterstellung unter eine zentralisierte Verwaltung) blieb die Torfgewinnung in den letzten 2 Jahren hinter den Erfordernissen der Torfkraftwerke zurück. In einigen Fällen mußte deshalb eine nachträgliche Umstellung der Kesselanlagen auf kombinierte Erdöl- und Torffeuerung vorgenommen werden, weshalb der Erdölanteil an dem Brennstoffverbrauch sowjetrussischer Elektrizitätswerke in den letzten Jahren höher blieb, als er durch die Leistung der Erdölkraftwerke allein gerechtfertigt gewesen wäre[13].

Die Erdölkraftwerke wurden in der letzten Zeit verhältnismäßig bescheiden entwickelt, um größere Erdölmengen für die Ausfuhr freizuhalten. Von den 12 Anlagen dieser Gruppe sind nur 5 (Fernheizwerke Nishnij-Nowgorod II mit 24 000 kW und Kasan mit 10 000 kW sowie Überlandwerke Noworossijsk mit 20 000 kW, Grosnyj I mit 25 000 kW und Krasnodar mit 11 000 kW) neu errichtet worden, während die restlichen Kraftwerke noch aus der Vorkriegszeit stammen und in den letzten Jahren nur erweitert und ausgebaut wurden, so daß ihre installierte Leistung von 214 000 kW Ende 1928 auf 352 100 kW Ende 1932 gestiegen ist. Es entfallen dabei

auf	das	Überlandwerk	Moskau I	107 500	kW
„	„	„	Moskau II	38 500	„
„	„	„	Baku I	85 000	„
„	„	„	Baku II	67 600	„
„	„	Kommunalwerk	Odessa	26 300	„
„	„	„	Samara	15 200	„
„	„	Fabrikwerk	Grosnyj II	7 400	„

Außerdem wurde vor kurzem der Bau von 2 neuen Erdölkraftwerken eingeleitet (Astrachan mit 25 000 kW und Kamysch-Burun in der Krym mit 50 000 kW).

Die im Wolgagebiet reichlich vorhandenen Brennschiefer, denen im Goelro-Plan eine bedeutende Rolle als lokale Energiequelle eingeräumt war, haben sich bis jetzt noch nicht durchsetzen können. Es scheint jedoch, daß das technische Problem der Brennschieferfeuerung neuerdings gelöst worden ist, da gegenwärtig das erste Brennschieferkraftwerk der UdSSR. bereits gebaut wird (Fernheizwerk Saratow II der dortigen Mähdrescherfabrik mit 12 000 kW). *(Schluß folgt.)*

[12] Das erste Aggregat wurde Ende März 1933 in Betrieb genommen.

[13] Besonders ungünstig waren die Verhältnisse im ersten Halbjahr 1932, wo die Torfwerke je nach der Zufuhr durcheinander Holz und Kohle neben Torf und Erdöl verbrennen mußten. Infolge der Erschöpfung der Vorräte sank der Anteil des Torfes in diesen Monaten bei einigen Werken bis auf 25 % des gesamten Brennstoffverbrauches, wobei der Feuchtigkeitsgehalt des Torfes von normal 30 ··· 35 % bis auf 60 % stieg. Diese Ursachen hatten einen Ausfall von rd. 30 Mill kWh in der planmäßig vorgeschriebenen Stromlieferung der Torfwerke zur Folge.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Beleuchtung.

Elektrische tragbare Gruben- und Kopflampen nach englischem Schrifttum. — Zur Vermeidung der Blendung wurden Versuche mit gefärbten, mattierten oder opalisierten Gläsern durchgeführt, deren Nachteil der durch sie entstehende Lichtverlust ist, der zwischen 10 und 40 % schwankt. Gelbes Glas verschluckt mehr Licht als grünes. Auch die Wandstärke der Gläser beeinflußt den Lichtverlust. Bezüglich der gefärbten Gläser kommt Millan zu dem Schluß, daß der Lichtstrom selbst bei besten heute gebräuchlichen tragbaren Lampen nicht groß genug ist, um einen Lichtverlust infolge Verwendung gefärbter Gläser in Kauf nehmen zu können. Die Blendung kann nach seiner Ansicht durch leichte Mattierung erheblich gemildert werden, die einen Lichtverlust von ungefähr 7 % verursacht. In den letzten zwei Jahren sind zahlreiche 2 V-Bleiakkumulatoren-Rundlichtlampen, die im englischen Bergbau von allen elektrischen Grubenlampen die größte Verwendung gefunden haben, auf ihre lichttechnischen Eigenschaften untersucht worden. Dabei ergab sich als Mittelwert bei Brennbeginn eine mittlere waagerechte Lichtstärke von 0,7 HK und nach neunstündiger Brenndauer eine solche von 0,5 HK. Gleichartige Untersuchungen sind auch laufend in Deutschland gemacht worden, ohne daß aber bisher die Ergebnisse veröffentlicht wurden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen gaben zu der Feststellung Veranlassung, daß neben guten lichttechnischen Eigenschaften ein möglichst geringer Abfall der Lichtstärke während der gewöhnlichen Brenndauer wünschenswert ist. Die Lichtstärke dieser Lampen kann in der waagerechten Ebene entweder durch Verwendung von besonderen Schutzgläsern oder von Reflektoren erheblich vergrößert werden. Bezüglich der räumlichen Lichtverteilung wird in Vorschlag gebracht, daß bei tragbaren Lampen die Lichtstärke in irgendeiner Richtung von 45 ° oberhalb und unterhalb der waagerechten Ebene 0,7 HK nicht unterschreiten soll. Die Form des Glühfadens spielt bei der Lichtverteilung eine bedeutende Rolle. Ein senkrechter Glühfaden zeigt in Verbindung mit prismatischen Gläsern hinsichtlich der Lichtverteilung die besten Ergebnisse.

Die Untersuchungsergebnisse an elektrischen Kopflampen sind folgende: Die Zusammenstellung von klarem Schutzglas und mattem, weißem Reflektor oder von mattiertem Prismenglas und mattem Aluminiumreflektor gibt die gleichförmigste Lichtverteilung. Bei diesen Zusammenstellungen sind die mittleren Beleuchtungstärken jedoch bedeutend geringer als bei anderen. Polierte Reflektoren mit klarem Schutzglas ergeben die größten mittleren Beleuchtungstärken, jedoch ist die Lichtverteilung sehr ungleichmäßig. Die Zusammenstellung von einem leicht mattierten Schutzglas und einem matten Aluminiumreflektor ergibt gleichfalls eine ungefähr gleichförmige Lichtverteilung. Der Lichtverlust ist gering und die Blendung erheblich gemildert. Die Kopflampe gestattet wegen ihrer geringen Entfernung eine größere Beleuchtungstärke über die Arbeitsfläche als eine hochkerzige tragbare Lampe. In niedrigen und warmen Streben ist sie nicht am Platze. (Körfer, Elektr. im Bergb. Bd. 7, S. 103.) *Sgm.*

Heizung. Öfen.

Elektrowärmegeräte aus Porzellan. — Die Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co. AG. veranstaltete kürzlich in ihrer ständigen Ausstellung in Berlin, Bellevuestr. 10, eine Sonderschau mit Vorführungen. Es wurden aus Porzellan gefertigte Elektrowärmegeräte für den Haushalt gezeigt, und zwar eine Brat- und Grillhaube, Kaffee- und Teemaschinen, Kochtöpfe und Wärmplatten. Die Grillhaube enthält eine offene, aber gut geschützt liegende Glühdrahtwicklung (600 W); die Haube wird auf einen beliebigen Porzellanteller mit dem zu bereitenden Fleisch oder dgl. gesetzt. Kaffee-, Teemaschinen und Kochtöpfe werden in Verbindung mit einer Universal-Glühkochstelle (600 W) benutzt, die zu allen diesen Geräten paßt. Der Werkstoff Porzellan besitzt neben seiner guten Isolation und der leichten Reinigungsmöglichkeit zumal für die Kaffee- und Teebereitung besondere Vorzüge. *nkl.*

20 Jahre Fortschritt in den elektrischen Lichtbogenöfen zur Erzeugung von Eisen und Stahl. — Während der letzten 20 Jahre hat der elektrische Lichtbogenofen zum Schmelzen und Raffinieren bedeutende Fortschritte gemacht. Im Jahre 1910 waren in den V. S. Amerika 10 Elektroöfen in Betrieb, die 57 529 t Stahl jährlich erzeugten. Im Jahre 1930 gab es annähernd 650 Elektroöfen in Betrieb zur Erzeugung von Eisen und Stahl mit einer durchschnittlichen jährlichen Erzeugung von 1 011 796 t im Verhältnis von ⅓ Blöcken und ⅔ Stahl- und Eisengußstücken. Ungefähr ⅓ des gesamten Stahles für Gußstücke wird jetzt in den V. S. Amerika elektrisch geschmolzen.

Am weitesten verbreitet ist wohl der Héroult-Ofen, der in Größen von 1 ··· 15 t schon vor 1910 gebaut wurde und hauptsächlich zur Erzeugung von Werkzeugstahl mit einem Schwefel- und Phosphorgehalt von gewöhnlich unter 0,025 % diente. Mit Zunahme des Wirkungsgrades und der Schmelzgeschwindigkeit sowie Verbilligung des Stromes nahm die Anzahl dieser Öfen sehr schnell zu. Der Ofen wird mit zwei oder mehreren Elektroden betrieben.

Im Jahre 1910 kam der Snyder-(einphasige) Ofen auf, der nach dem Gedanken von Siemens mit einer einzigen Elektrode versehen war, indem der Strom über Elektrode —Schlacke—Metall zu einer wassergekühlten Elektrode ging, die in dem Ofenherd eingebaut war. Der Snyder-Ofen wird heute nicht mehr hergestellt.

Andere Öfen, z. B. die nach Girod, Stassano, Rennerfelt, Greaves-Etchell, Gronwall-Dixon, Greene und Ludlum benannten Öfen, sind heute, wenigstens in Amerika, alle wieder verschwunden. Der Brooke- oder Swindell-Ofen war ursprünglich in der Bauart von zwei Öfen auf gemeinsamer Drehscheibe entwickelt worden; er wird jetzt ohne Drehscheiben ausgeführt.

Der Lectromelt-Ofen kam 1916 auf den Markt und ist ein dreiphasiger Ofen für schnelles Schmelzen für basischen oder sauren Betrieb. Er ist für hohen Stromverbrauch eingerichtet bei sehr wirtschaftlichem Betrieb und kann bis zu 20 Schmelzen in 24 h fertigmachen. Es ist jetzt möglich, in Lichtbogenöfen Chrom- und Nickelstahllegierungen mit einem Kohlenstoffgehalt bis zu 0,004 % herzustellen, was man früher nur im Induktionsofen für möglich hielt.

Die Einführung von ausschwingbaren Gewölben, die hydraulisch angehoben werden, ermöglicht das Einsetzen großer Mengen selbst von kleinem Schrott in der kurzen Zeit von 4 min. Neuzeitliche Elektroöfen haben Leistungen bis zu 75 t. Die schnelle Schmelzleistung im Vergleich zu dem Martinofen gestattet den Gebrauch kleinerer Öfen für dieselbe Leistung, wodurch auch die Anlagekosten geringer sind als diejenigen eines Martinofens gleicher Leistung. Auch die Elektroden sind bedeutend verbessert worden; ihr Verbrauch hat sich von 14 ··· 18 kg/t auf 3,6 ··· 6,8 kg/t verringert. Bei sauer zugestellten Öfen betragen heute die täglichen Kosten für feuerfeste Stoffe unter 0,85 RM/t bei dauerndem Betrieb. Die basisch ausgemauerten Öfen sind teurer und kosten ungefähr doppelt so viel.

Elektrische Schnellschmelzöfen haben bei dauerndem Betrieb unter günstigen Bedingungen bei saurem Stahl einen Stromverbrauch von 400 ··· 450 kWh/t, bei unterbrochenem Betrieb beläuft er sich auf 500 ··· 600 kWh/t. Der Kraftfaktor heutiger Öfen schwankt zwischen 80 und 90 %. (Iron Steel Ind. Bd. 5, S. 179 u. 203.) *Ill.*

Fernmeldetechnik.

Messung kleiner elektrodynamischer Kräfte mit dem Kondensatormikrophon. — Die Tonhöhenänderung eines Schwebungsummers bei Änderung einer kleinen Kapazität infolge von Druckschwankungen wird beobachtet und hieraus auf die Druckänderungen geschlossen. Die Eichung und der Aufbau des Kondensatormikrophons werden beschrieben. Die Kraftwirkung wird durch das homogene Magnetfeld einer Plattenleitung hervorgebracht. Die gemessenen Kräfte liegen zwischen 0,5 und 120 mg Druck auf einer 24 cm² großen Druckfläche. (A. Agricola, Z. Hochfrequenztechn. Bd. 41, S. 30.) *Gzr.*

Fernbedienungsanlagen für Starkstrom nach dem Wählersystem. — Fernbedienungsanlagen dienen allgemein dazu, über nur eine Doppelleitung oder einen gleichwertigen Verbindungsweg (z. B. Frequenzkanal) eine Anzahl von Schalteinheiten fernzubedienen und zu überwachen.

Digitized by Google

Die Anlagen müssen mit Rücksicht auf ihr Anwendungsgebiet unbedingt betriebsicher sein, d. h. vor allem Fehlsteuerungen oder Fehlmeldungen nicht zulassen. Unter den verschiedenen Ausführungen genügt das von Siemens & Halske entwickelte Wählersystem diesen Anforderungen zunächst dadurch, daß es ausschließlich normale Relais und Wähler der Selbstanschluß-Technik benutzt, also Bausteine, die sich bereits millionenfach bewährt haben. Weiterhin ist es dadurch gekennzeichnet, daß die Befehlsübermittlung durch ein Kontrollwählerpaar überprüft wird. Die einzelnen Teile arbeiten folgendermaßen zusammen (Abb. 1): Beim Betätigen der Befehlstaste (z. B. 5) wird der zugehörige Wählerschritt belegt und der Befehlswähler zum Anlaufen gebracht. Gleichzeitig veranlaßt dieser durch Impulse auf der Fernleitung den Befehlswähler des Unterwerks zum synchronen Mitlaufen. Es wird nun eine für sämtliche Befehlskombinationen gleiche Anzahl von Impulsen, nämlich 7, zum Unterwerk gegeben; das eingestellte Kommando ist in dieser Impulsreihe lediglich durch die Lage einer Kommando-Auswahlrast gekennzeichnet. Während nun bei anderen Fernsteuer-Wählersystemen bereits dann die Befehle ausgeführt werden, wenn der Steuerwähler in die stets gleichbleibende Endstellung gelangt ist, läuft bei der Siemens-Apparatur abhängig vom Erreichen der Stellung 7 des Steuerwählers im Unterwerk erst ein Kontrollwähler an, der die von der Zentrale ausgesandte Impulsfolge zahl- und zeitgetreu (mit der Kontrollrast an der richtigen Stelle) zurückmeldet. Stimmen die beiden Impulsfolgen nicht überein, so spricht das Fehlerrelais an und veranlaßt die Rückkehr der Wähler in die Ausgangstellung. Diese besondere Art der Rückkontrolle ist insofern von großem Wert, als hierdurch auch die bei anderen Systemen durch Störimpulse oder fälschliche Erregung bzw. Hängenbleiben von Relais u. U. verursachten Fehlsteuerungen unbedingt verhindert werden. Nur wenn die von der Unterstation zur Zentrale gegebenen Kontrollimpulse zeit- und zahlgetreu mit den ausgesandten übereinstimmen, kann der Steuerwähler der Zentrale erneut anlaufen. Er schaltet weiter in die Nullstellung, wobei er in der Stellung für die Hauptsteuerrast sein Fortschalten kurz unterbricht. Da durch die vom Wählerkontakt *dm* gleichzeitig auf die Leitung gegebenen Impulse auch der Steuerwähler der Unterstation in die Nullstellung mitgenommen wird, so kommt im Verlauf der Hauptsteuerrast die Unterstation in die Lage, über den Kontakt des Steuervorbereitungsrelais das vorbereitete Kommando auszuführen. Schließlich geht, vom Unterwerk aus betätigt, auch das Kontrollwählerpaar in die Nullstellung, wobei durch eine Generalquittungsrast (Schritt 10) die Zentralapparatur Kenntnis erhält, ob das beabsichtigte Kommando auch tatsächlich ausgeführt wurde oder nicht; gleichzeitig wird sofort die Umschaltung der Kontrollorgane entsprechend den ausgeführten Steuerungen vorgenommen. Es erübrigt sich dadurch der erneute Wählerdurchlauf zur Meldung der Schalterstellungs-Änderung.

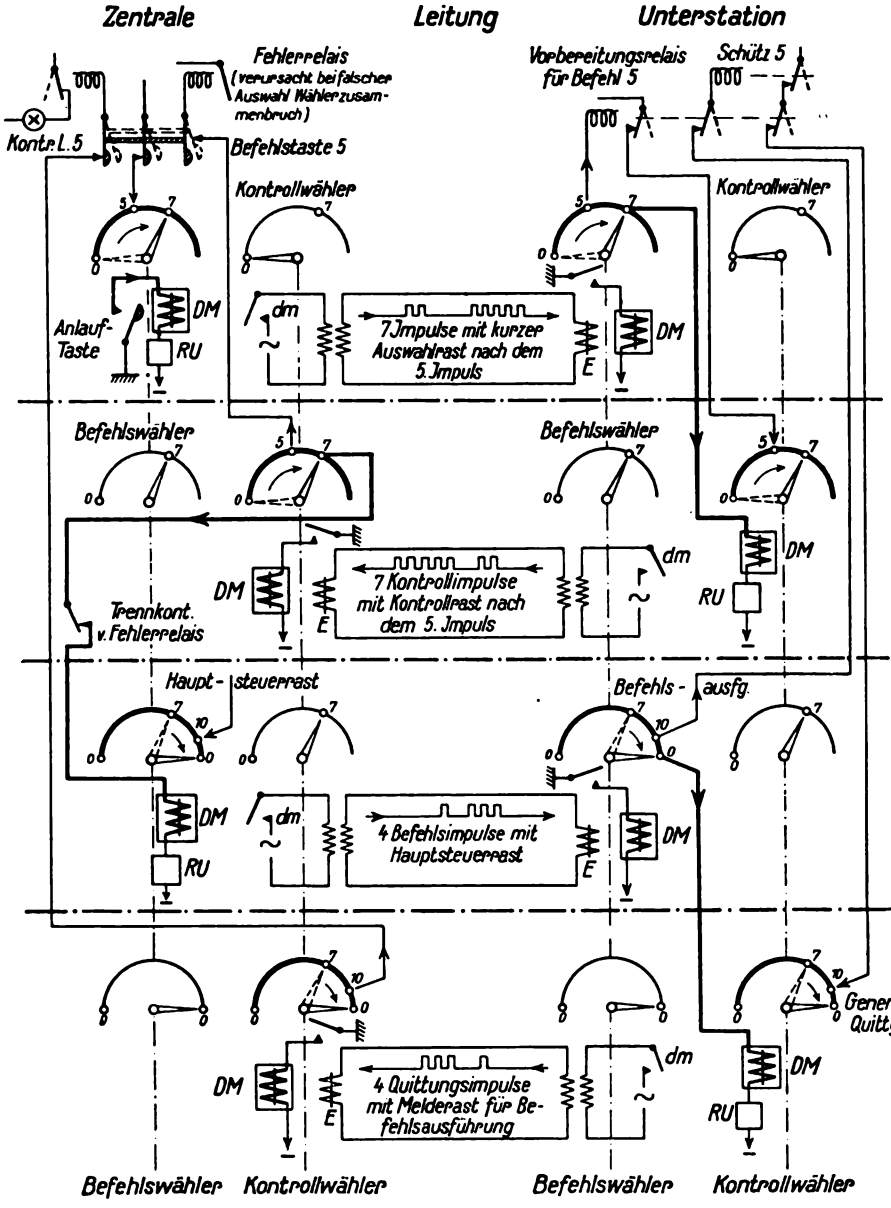


Abb. 1. Wählerfernsteuerung. (Beispiel: Befehl für Schalter 5.)

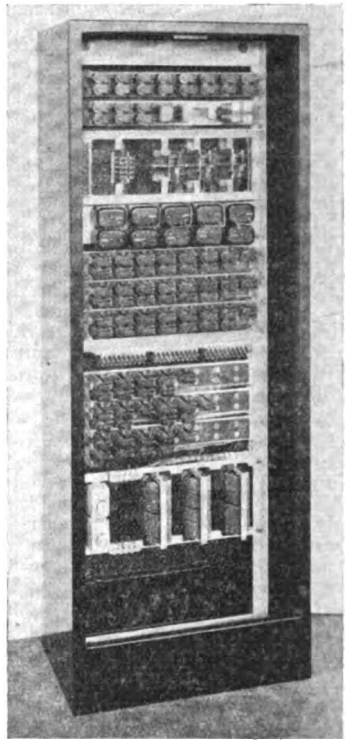


Abb. 2. Fernsteuer-Einrichtung nach dem Wählersystem.

Als ein sehr wichtiger Vorzug dieser Fernsteuer-Einrichtung ist zu erwähnen, daß in einem Wählerdurchlauf mehrere Kommandos und Rückmeldungen zu erledigen sind. Dabei beträgt die Zeit für die Durchführung eines Befehles je nach der Belegung 4 ··· 8 s, für die Rückmeldung einer Schaltergruppe von 20 Einheiten 12 s. Die Zusammenfassung der zu steuernden Einheiten in Steuergruppen und die Einführung der Gruppenwahl ermöglichten es, bis zu 1000 Einheiten unter Verwendung 52teiliger Wähler zu beherrschen. Ähnlich wie bei der Wechselstrom-Fernwahl benutzt man zur Übertragung Wechselstrom- oder Gleichstrom-Induktionsimpulse, um auch die

Digitized by Google

Störungen ausgesetzten und daher mit Übertragern abgeschlossenen Leitungen verwenden zu können. Die Spannung für diese Impulse beträgt 20 ··· 60 V Wechselstrom, während die Relaisapparatur mit 24 V Gleichstrom arbeitet. Bezüglich der Entfernungen, die zu überbrücken sind, ist zu bemerken, daß bei 100 km noch keinerlei Schwierigkeiten zu bemerken sind. Gebaut und geplant (z. B. für die Umstellung der Wannseebahn auf elektrischen Betrieb) sind bis jetzt Anlagen für 20 ··· 120 Einheiten (vgl. Abb. 2). Das Prinzip der Einrichtung läßt ihre Anwendung auch dann zu, wenn die fernzusteuernden Schalter usw. nicht an einer Stelle zusammengefaßt, sondern etwa über eine längere Strecke verteilt sind, wie es z. B. bei Weichen, Signalen usw. im Bahn- oder Rohrpostbetrieb der Fall ist. *Hng.*

Norddeutsches Rundfunk-Gleichwellennetz. — Das norddeutsche Gleichwellen-Sendenetz umfaßte die Sender Hannover, Bremen und Flensburg. Hannover hat als Leitsender die Trägerwellen der Nebensender Flensburg und Bremen zu überwachen. Später werden die seit dem Jahre 1928 mit Berlin auf Gleichwelle betriebenen Sender Magdeburg und Stettin auch mit Hannover zusammen arbeiten.

Die Gleichheit der Sendewelle wird durch einen Stimmgabelgenerator des Leitsenders überwacht; dieser erzeugt einen niederfrequenten Steuerton, der über Fernsprechkabel den Nebensendern zugeführt wird. Hier wird, ebenso wie am Leitsender, durch Frequenzvervielfachungsgeräte die Steuerfrequenz auf den 729fachen Betrag erhöht. Um Beeinflussungen durch Amplituden- und Phasenänderungen der angeschlossenen Kabel zu unterbinden, hat jeder Kabelausgang einen Regelverstärker und eine fremderregte Stimmgabel. Es gelang, die gegenseitigen Abweichungen des Senders bis auf den 10^{-9}fachen Wert der Trägerwelle zu verringern. Daher sind an den Stellen, in denen Leit- und Nebensender nahezu gleich stark empfangen werden, keine störenden Interferenzen zu merken. Es tritt nur noch ein langsames An- und Abschwellen der Lautstärke auf, das dem natürlichen Fading ähnelt und das durch die an jedem neuzeitlichen Empfänger vorgesehene Schwundbeseitigung unmerklich wird. Auf diese Weise wird ein ungestörter Empfang zweier Gleichwellensender bis zu den Stellen ausgedehnt, an denen das gegenseitige Feldstärkeverhältnis 1 : 2 beträgt. Dieser durch die Verwendung fremdgesteuerter Stimmgabeln erzielte Vorteil ist von großer Bedeutung, da bisher die Ausdehnung des Empfangsgebietes nur bis zum Feldstärkeverhältnis 1 : 10 möglich war.

Bemerkenswert ist der aus Einheiten zusammengesetzte gestellmäßige Aufbau der Lorenz-Gleichwellengeräte. Zur Stromversorgung dient mit Ausnahme der Röhrenheizung das Niederspannungsnetz, was durch Stabilisatoren (System Lorenz-Körös) erreicht ist. Die Frequenzvervielfachung erfolgt in drei Stufen. Die Schaltung unterdrückt Neben- und Oberwellen vollständig. Auf Wunsch der Reichspostverwaltung sind die Vervielfachungsanlagen für jede Welle im ganzen Rundfunkbereich (von 200 ··· 1100 m) einstellbar.

Außer den in Norddeutschland aufgestellten Vervielfachungsgeräten arbeiten die Rundfunksender Frankfurt a. M., Trier sowie auch seit kurzem Kassel (und Freiburg i. B., s. S. 1176) mit Gleichwellengeneratoren dieser Art. *of*

Fahrzeuggesteuerte Verkehrsignale. — Die Siemens & Halske AG. teilt uns zu unserem obigen Bericht in ETZ 1933, S. 753, mit, daß die besprochene Berliner Anlage lediglich die erste deutsche des neuen Systems ist. Fahrzeuggesteuerte Straßenverkehr-Signalanlagen selbst sind seit etwa 17 Jahren bekannt (siehe USA-Patente Nr. 1 172 083/084, 1 195 583 und 1 220 762). Nach dem neuen System arbeiten bereits mehr als 500 Anlagen in aller Welt, von denen sich ein Teil schon mehrere Jahre ausgezeichnet bewährt hat.

Verschiedenes.

Die Bedeutung des „Werberates der deutschen Wirtschaft" für die Elektrogewerbe. — Das in das gesamte Werbewesen tief einschneidende „Gesetz vom 12. IX. 1933 über die Wirtschaftswerbung" gewinnt für die Elektrogewerbe, also die Elt-Werke, Elektrofabrikanten und Elektroinstallateure und -händler dadurch an Bedeutung, daß alle diese Gewerbe z. B. an der Werbung durch Lichtreklame und durch „Gemeinschaftswerbung" wesentlich interessiert sind.

Stehen auch noch weitere Bekanntmachungen und Ausführungsbestimmungen, besonders über die Ordnung einzelner Gewerbezweige bevor, so werden die betreffenden Kreise doch gut daran tun, sich schon heute über die Grundzüge des Gesetzes klar zu werden, um etwaige Wünsche für die Aufstellung weiterer Ausführungsbestimmungen rechtzeitig vorbringen zu können.

Eine kurze Zusammenstellung der wichtigsten Gesetzesbestimmungen wird daher erwünscht sein:

In der II. Bekanntmachung des Werberates der deutschen Wirtschaft vom 1. XI. 1933 (siehe Deutscher Reichsanzeiger Nr. 256) werden folgende Begriffsbestimmungen gegeben und 4 Klassen der Wirtschaftswerbung unterschieden:

a) Werbungtreibende,
b) Werbeberater,
c) Werber,
d) Werbungsmittler.

Zu a) Werbungtreibender ist, wer für seine eigene entgeltliche Leistung Werbung treibt.

Zu b) Werbeberater ist, wer als selbständiger Unternehmer andere gewerbsmäßig bei der Werbung berät.

Zu c) Werber ist, wer Werbung für andere durchführt; als Werber gilt auch, wer Werbeflächen als deren unmittelbarer Besitzer anderen zur Verfügung stellt (Flächengesteller).

Zu d) Werbungsmittler ist, wer Werbern Werbeaufträge für andere im eigenen Namen und für eigene Rechnung erteilt.

Klasse a) führt Eigenwerbung aus, die Klassen b), c) und d) Fremdwerbung.

Aus den „Richtlinien", nach denen Wirtschaftswerbung ausgeführt und gestaltet werden soll, sei folgendes hervorgehoben:

Die Werbung hat in Gesinnung und Ausdruck deutsch zu sein — alle Angaben müssen wahr und klar sein und die Möglichkeit einer Irreführung vermeiden —, der Wettbewerber darf nicht herabgesetzt werden.

Die im § 2 des Gesetzes vorgesehene Abgabe (Werbeabgabe) wird nur von Werbern [c)] erhoben.

Einer Genehmigung oder Zulassung bedürfen aber alle der oben angegebenen 4 Klassen [a) ··· d)]. Sie wird nur solchen Personen erteilt, die den Nachweis ihrer fachlichen Befähigung führen und deren Zuverlässigkeit gewährleistet, daß sie die Richtlinien des Werberates über die Ausführung und Gestaltung der Wirtschaftswerbung beachten. Die Genehmigung und Zulassung wird nur erteilt, wenn die für die Stellung eines Antrages bestimmte Frist eingehalten ist.

Die Werbeabgabe, festgesetzt durch § 3 des Gesetzes, beträgt nach § 8 Absatz 1 der zweiten Verordnung zur Durchführung des Gesetzes 2 % der dort bezeichneten Einnahmen, sie wird, wie bereits gesagt, nur von den Werbern [Klasse c)] erhoben, auch von diesen sind zunächst folgende von der Abgabe befreit:

1. Flächengesteller, die Veranstaltern von Messen, Ausstellungen und Werbevorträgen Raum zur Verfügung stellen,
2. Veranstalter von Gemeinschaftswerbung mit Ausnahme von Veranstaltern von Messen und von Ausstellungen.

Diese Werbeabgabe ist natürlich eine Belastung der Wirtschaft. Der Ausgleich wird von der Steigerung der Werbewirkung erhofft, die dadurch erwartet werden kann, daß der Glaube an die Wahrheit und damit an den Wert der Werbung durch das Gesetz gestärkt wird. *Trb.*

Vorschriften für Schweißtechnik im Stahlbau. — Die Veröffentlichung der Vorschriften für geschweißte Stahlbauten als Normblatt DIN 4100 im Jahre 1931 war eine bahnbrechende Leistung. Durch sie wurde eine klare, von der Behörde und der Industrie geschaffene Unterlage für die Ausführung geschweißter Stahlhochbauten und Brückenbauten geschaffen. — Inzwischen hat sowohl die Wissenschaft von der Schweißtechnik als auch die Praxis des Stahlbaus bemerkenswerte Fortschritte gemacht. Die zuständigen Stellen haben daher eine Neubearbeitung der Vorschriften in Angriff genommen. Vordringlich war dabei die Angleichung der Bestimmungen über die Festigkeitsrechnung und über die Personalprüfung an die heutigen Erkenntnisse und Möglichkeiten. Daher wurde eine 2. Ausgabe der Vorschriften DIN 4100 im Juli 1933 herausgebracht, die die Änderungen enthält. Der Normenausschuß hat das DIN-Blatt vollständig neu gedruckt und in den Handel gegeben. Die zuständigen Kreise haben nun die Ausarbeitung der übrigen Paragraphen des DIN-Blattes ebenfalls eingeleitet. Es ist zu erwarten, daß den Wünschen der Wirtschaft auf baldige Verabschiedung vielleicht noch in diesem Jahr entsprochen wird. Etwaige Wünsche oder Vorschläge für die neue Fassung oder auch Anfragen nimmt der Fachausschuß für Anstrichtechnik im VDI, Berlin, Ingenieurhaus, gern entgegen. *of*

Digitized by Google

Energiewirtschaft.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft.

Aus den Jahresberichten deutscher Elektrizitätswerke*.

(Die **fettgedruckten** Ziffern beziehen sich auf das Jahr 1931
„ *schräg* „ „ „ „ „ „ „ 1930.)

a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Firma	Einheitswerte	Württembergische Sammelschienen-AG., Stuttgart	Städtisches Elektrizitätswerk Stuttgart	Bayernwerk AG., München	Walchenseewerke Elektrizitäts-AG., München	Mittlere Isar-AG., München	Main-Kraftwerke AG., Frankfurt a. M.-Höchst	Lech-Elektrizitätswerke AG., Augsburg	Großkraftwerk Franken AG., Nürnberg	Neckar-AG., Stuttgart
Art des Versorgungsgebietes bzw. der Gesellschaft		Landes-Elt-Verteilung	Stadtversorgung	Landesversorgung mit Eigenerzeugung hauptsächl. aber Bezug von Konzernw. Walchensee u. Mittl. Isar	Überlandversorgung Konzern Bayernwerk	Überlandversorgung Konzern Bayernwerk	Überlandversorgung	Überlandversorgung	Stromverteilungsgesellschaft	Wasserkraftwerke zur Großverteilung
A Technische Angaben										
I. Leistung der Eigenerzeugung	kW	—[1]	**85 215**	**235 000**[1]	**95 000**[1]	**85 000**[1]	**58 300**	**50 400**	—[1]	**18 940**
		—	*85 215*	*235 000*	*95 000*	*85 000*	*24 535*	*50 400*	—	*17 640*
II. Strommengen	10^3 kWh									
a) Eigenerzeugung		—	**98 969**	**386 755**[3]	—[2]	—[3]	**56 525**	**141 831**	—[1]	**122 011**
		—	*119 405*	*499 655*	—	—	*54 792*	*134 957*	—	*81 449*
b) Bezug	„	**72 886**	**77 490**	**183 548**	—	—	**60 227**	**63 443**	**166 104**	—
		45 440	*63 803*	*146 482*	—	—	*48 278*	*47 236*	*183 853*	*1*
c) Gesamtmenge	„	**72 886**	**176 459**	**570 303**	—	—	**116 752**	**205 274**	**166 104**	**122 011**
		45 440	*183 208*	*646 137*	—	—	*103 070*	*182 193*	*183 853*	*81 450*
III. Nutzbare Abgabe	„	**72 886**	**141 315**	**525 846**	**114 000**[3]	**265 000**[3]	**104 236**	**184 371**	**163 377**	**118 510**
		44 910	*145 529*	*588 547*	*136 000*	*296 000*	*91 039*	*164 562*	*180 786*	*79 208*
B Bilanz			Geschäftsjahr April/März	Geschäftsjahr Okt./Sept.	Geschäftsjahr Okt./Sept. Konzern	Geschäftsjahr Okt./Sept. Bayernwerk				
a) Aktiva										
I. Anlagevermögen										
1. Kraftwerke einschl. Grundstücke und Gebäude	10^3 RM	**1 396**		**50 492**[3]	**15 325**	**86 626**	**17 919**[1]	**34 731**	**15 664**	**84 964**
		1 291		*22 172*	*15 368*	*53 459*	*15 768*	*34 572*	*14 085*	*75 424*
2. Fortleitung und Verteilung einschl. Zähler	„	**3 526**	**34 453**[1]	**26 275**[3]	**8 658**	**1 674**	**24 133**[1]	**36 350**	**6 961**	—
		3 490	*67 813*[1]	*25 235*	*8 588*	*1 286*	*23 304*	*35 510*	*5 610*	—
3. Im Bau befindliche Anlagen	„	**36**		**486**	—	**1 980**	**66**	**73**	**107**	**11 852**
		141		*27 568*	—	*34 685*	*1 194*	*313*	*1 454*	*10 060*
4. Betriebs- und Geschäftsinventar	„	—		—	—	—	**43**	**43**	—	**27**
		—		—	—	—	*70*	*60*	*14*	*26*
Summe I	RM	**4 958**	**34 453**	**77 253**	**23 983**	**90 280**	**42 161**	**71 197**	**22 732**	**96 843**
		4 922	*67 813*	*74 975*	*23 956*	*89 430*	*40 336*	*70 455*	*21 163*	*85 510*
Jahresunterschied	RM	+ **36**	—	+**2 278**	+ **27**	+ **850**	+**1 825**	+ **742**	+**1 569**	—
	%	+ *0,7*	—	+. *3*	+ *0,1*	+ *0,9*	+ *4,5*	+ *1*	+ *7,4*	—
II. Beteiligungen	RM	**1 034**	**3 073**	**12 628**	—	—	**2 158**[3]	**3 228**	**10**	**588**
		1 034	*3 073*	*12 791*	—	—	*2 291*	*3 414*	*10*	*591*
III. Umlaufsvermögen										
1. Vorräte	„	—	**1 038**	**936**	**29**	**203**	**457**	**378**	**129**	—
		—	*1 551*	*794*	*102*	*316*	*674*	*553*	*144*	—
2. Eigene Aktien	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—	—
3. Forderungen										
a) an abhängige und Konzerngesellschaften	„	—	**3 624**	**9 390**[4]	—	—	**24**	—	—	—
		—	*3 039*	*6 986*	—	—	*142*	—	—	—
b) an sonstige Schuldner	„	**217**	**226**	**8 740**[4]	**3 104**	**988**	**2 008**	**2 287**	**2 961**	**4 709**[1]
		209	*167*	*4 212*	*2 734*	*1 761*	*2 565*	*2 302*	*3 210*	*7 490*[2]
4. Sonstiges Umlaufvermögen (Effekten, Bankguthaben, Kasse etc.)	„	**250**	**1 210**	**126**	**34**	**192**	**224**	**430**	**23**	**887**[3]
		96	*190*	*3 258*[4]	*23*	*177*	*504*	*1 164*	*55*	*1 230*[4]
Summe III	RM	**467**	**6 098**	**19 192**	**3 167**	**1 383**	**2 713**	**3 095**	**3 113**	**5 596**
	„	*305*	*4 947*	*15 250*	*2 859*	*2 254*	*3 885*	*4 019*	*3 409*	*8 720*
Jahresunterschied	RM	+ **162**	+**11 51**	+**3 942**	+ **308**	— **871**	—**1 172**	— **924**	— **296**	—
	%	+ *34*	+ *23*	+ *26*	+ *11*	— *39*	— *30*	— *23*	— *8,7*	—
IV. Bilanzschlußzahl	RM	**6 459**	**43 624**	**109 073**	**27 150**	**91 663**	**47 032**	**77 520**	**25 855**	**103 027**
		6 261	*75 833*	*103 016*	*26 115*	*91 684*	*46 512*	*77 888*	*24 582*	*94 821*
b) Passiva										
I. Grundkapital	10^3 RM	**3 000**	**1 605**	**18 000**	**5 000**	**27 000**	**22 400**	**40 532**	**7 313**	**13 000**
	„	*3 000*	*6 188*[3]	*18 000*	*5 000*	*27 000*	*22 400*	*40 532*	*7 313*	*13 000*
II. Reservefonds	„	—[3]	**2 138**	**680**	**500**	**982**	**2 243**	**4 053**	**731**	—
		—	—[3]	*640*	*500*	*932*	*2 243*	*4 053*	*731*	—
III. Rückstellungen	„		**2 581**	**2 697**	**695**	**1 152**	**6 770**		**7 648**	**255**
		1 115	*392*	—	*0*	—	*5 800*	**13 525**	*6 548*	*276*
IV. Wertberichtigungen	„	*891*	**2 801**[3]	**10 304**	**5 049**	**7 209**	—	*11 521*	**2 604**	**3 397**[3]
			35 114[1]	*8 671*	*4 380*	*5 885*	—		*2 261*	*2 441*[4]
V. Verbindlichkeiten										
1. an abhängige und Konzerngesellschaften	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—	—
2. aus Anleihen	„	**2 071**	**33 889**	**66 912**	**4 348**	**54 841**	**7 671**	**15 076**	**5 163**	**85 633**
		2 176	*33 990*	*57 440*	*4 368*	*55 431*	*7 746*	*15 430*	*5 223*	*78 570*
3. Sonstige	„	**96**	**149**	**10 444**	**11 534**	**448**	**7 040**	**1 773**	**1 918**	**742**
		194	*149*	*17 829*	*12 343*	*1 635*	*6 917*	*3 365*	*1 807*	*534*
Summe V	RM	**2 167**	**34 038**	**77 356**	**15 882**	**55 289**	**14 711**	**16 849**	**7 081**	**86 375**
		2 370	*34 139*	*75 269*	*16 711*	*57 066*	*14 663*	*18 795*	*7 030*	*79 104*
Jahresunterschied	RM	— **203**	— **101**	+**2 087**	— **829**	—**1 777**	+ **58**	—**1 946**	+ **51**	
	%	— *11*	— *0,3*	+ *27*	— *5*	— *3*	+ *0,37*	— *10,9*	+ *0,7*	
VI. Reingewinn	RM	**177**	**461**[4]	**36**	**24**	**31**	**908**	**2 561**	**478**	—[5]
	%	*5*	—	*0*[5]	*0*	*0*	*4*	*6*	*6*	—
	RM	—[3]	**0**[4]	**436**	**224**	**801**	**1 406**	**2 987**	**699**	—[5]
	%	—	—	*4*[5]	*4*	*4*	*6*	*7*	*9*	—
VII. Bilanzschlußzahl	RM	**6 459**	**43 624**	**109 073**	**27 150**	**91 663**	**47 032**	**77 520**	**25 855**	**103 027**
	„	*6 261*	*75 833*	*103 016*	*26 815*	*91 684*	*46 512*	*77 888*	*24 582*	*94 821*

* Vgl. ETZ 1933, S. 923.

Digitized by Google

a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Firma	Einheitswerte	Württembergische Sammelschienen-AG., Stuttgart	Städtisches Elektrizitätswerk Stuttgart	Bayernwerk AG., München	Walchenseewerke Elektrizitäts-AG., München	Mittlere Isar-AG., München	Main-Kraftwerke AG., Frankfurt a. M.-Höchst	Lech-Elektrizitätswerke AG., Augsburg	Großkraftwerk Franken AG., Nürnberg	Neckar-AG., Stuttgart
Art des Versorgungsgebietes bzw. der Gesellschaft		Landes-Elt-Verteilung	Stadtversorgung	Landesversorgung mit Eigenerzeugung hauptsächl. aber Bezug von Konzernw. Walchensee u. Mittl. Isar	Überlandversorgung	Überlandversorgung	Überlandversorgung	Überlandversorgung	Stromverteilungsgesellschaft	Wasserkraftwerke zur Großverteilung
C **Gewinn- und Verlustrechnung**										
a) Aufwendungen										
I. Ausgaben für										
1. Betrieb	10^3 RM		7 912	1 476			756		—[3]	198
	,,	134	*8 930*	*1 789*	98	1 460	*775*	1 073	*60*	*139*
2. Sonstiges	,,	*85*	1 222	9 406	*105*	*1 491*	126	*1 147*	—[3]	219
	,,		*1 359*	*11 087*			*138*		—	*334*
II. Abschreibungen	,,	230	4 781	1 081	745	752	898	1 399	1 092	1 029
	,,	*508*	*4 404*	*2 242*	*770*	*1 303*	*919*	*1 265*	*1 060*	*959*
III. Zinsen	,,	140	2 343	4 283	332	1 843	1 034	1 088	289	836
	,,	*76*	*2 269*	*3 144*	*527*	*1 887*	*900*	*1 076*	*245*	*547*
IV. Steuern	,,	—	289	179	—	—	864	2 092	761	—
	,,	—	*271*	*163*	—	—	*895*	*2 370*	*569*	—
Summe a)	RM	504	16 547	16 425	1 175	4 055	3 678	5 652	2 142	2 282
	,,	*569*	*17 233*	*18 425*	*1 402*	*4 681*	*3 627*	*5 858*	*1 934*	*1 979*
Jahresunterschied	RM	— 65	— 686	—2 000	— 227	— 626	+ 51	— 206	+ 208	+ 303
	%	— *11*	— *4*	— *10,8*	— *16*	— *13*	+ *1,4*	— *3,4*	+ *10,8*	+ *15*
V. Reingewinn	RM	177	461	36	24	31	908	2 561	478	1 000[5]
		0	*942*[4]	*436*	*224*	*801*	*1 406*	*2 987*	*699*	*919*[5]
	RM	+ 177	— 481	— 400	— 200	— 778	— 498	— 426	— 221	—
	%	—	*50*	— *91*	— *90*	— *97*	— *35*	— *12*	— *32*	—
VI. Bilanzschlußzahl	RM	681	17 008	16 461	1 199	4 088	4 586	8 213	2 620	2 282
	,,	*669*	*18 175*	*18 861*	*1 626*	*5 482*	*5 033*	*8 845*	*2 633*	*1 979*
b) Erträgnisse										
I. Betriebseinnahme aus										
1. Stromverkauf	,,		16 935				4 574	7 928		2 010
			18 104	15 773	1 175		*5 020*	*8 821*		*1 771*
2. Installationen	,,	661	19	*17 907*	*1 608*	4 055	—	271	2 588	—
		669	*20*			*5 451*	—	—	*2 609*	—
3. Sonstigem	,,		54	652	—		—	—		272
			51	*923*	*6*		—	—		*208*
Summe I	RM	681	17 008	18 425	1 175	4 055	4 574	8 197	2 588	2 282
	,,	*669*	*18 175*	*18 830*	*1 614*	*5 451*	*5 020*	*8 821*	*2 609*	*1 979*
Jahresunterschied	RM	+ 12	— 1 167	—2 405	— 439	—1 396	— 446	— 624	— 21	+ 303
	%	+ *2*	— *6,4*	— *13*	— *27,9*	— *25*	— *8,8*	— *7*	— *0,8*	+ *15*
II. Beteiligungen	RM	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—	—
III. Vortrag und Sonstiges	,,	—	0	36	24	31	12	16	32	—[5]
		—	*0*	*31*	*12*	*31*	*13*	*24*	*24*	—[5]
Summe b)	RM	681	17 008	16 461	1 199	4 086	4 586	8 213	2 620	2 282
	,,	*669*	*18 175*	*18 861*	*1 626*	*5 482*	*5 033*	*8 845*	*2 633*	*1 979*
Jahresunterschied	RM	+ 12	—1 167	—2 400	— 427	—1 396	— 447	— 632	— 13	+ 303
	%	+ *2*	*6,4*	— *12,8*	— *26*	— *25*	— *8,7*	— *7*	— *0,5*	+ *15*
IV. Bilanzschlußzahl	RM	681	17 008	16 461	1 199	4 086	4 586	8 213	2 620	2 282
		669	*18 175*	*18 861*	*1 626*	*5 482*	*5 033*	*8 845*	*2 633*	*1 979*

I. Württembergische Sammelschienen AG., Stuttgart.

1 Die Gesellschaft ist ein gemischt-wirtschaftliches Unternehmen (GwU) von 10 Eltwerken ohne eigene Erzeugungsanlagen.

2 Reservefonds existiert nicht; die zur Begründung eines solchen aus dem Gewinn für 1931 ausgewiesenen 0,025 Mill RM erscheinen erst in der Bilanz des nächsten Geschäftsjahres.

3 Der gesamte Betriebsüberschuß von 0,489 Mill RM ist der Erneuerungsrücklage überwiesen.

II. Städtisches Elektrizitätswerk Stuttgart.

1 Anlagevermögen 1930/31 zum Anschaffungswert unter Gegenüberstellung von etwa 35 Mill RM Reserven für Abschreibung und Erneuerung; Anlagevermögen 1931/32 zum Buchwerte eingestellt.

2 1930/31 Betriebskapital und Rücklagen in einem Posten ausgewiesen.

3 Der Bericht 1931/32 erwähnt, daß die Stadt zum Ausgleich ihres Etats die Abschreibungsreserve von 0,910 Mill RM herangezogen hat.

4 1930/31 ist der Überschuß direkt auf Kämmereikasse verbucht, während 1931/32 ein Gewinnsaldo vorhanden ist.

III. Bayernwerk AG., München.

1 Davon sind 130 017 (128 003) Einphasenstrom für Bahnzwecke.

2 In diesen Zahlen sind die Zahlen von Walchensee (IV) und Mittlere Isar (V) enthalten; außerdem 55 000 kWh des Eigenwerks Schwandorf.

3 Zugänge durch Grunderwerb und Erneuerungsbauten.

4 Erhöhungen infolge von Stromlieferung an Konzerngesellschaften und Ausleihung an Schwestergesellschaft.

5 1930/31 4 % Jahresdividende auf nur 6 Mill RM Aktienkapital und 4 % ½-Jahres-Dividende auf weitere 6 Mill RM Aktienkapital; wegen Dividende für die restlichen 6 Mill RM Aktienkapital ist im Bericht nichts vermerkt. 1931/32 die ganzen 18 Mill RM Aktienkapital dividendenlos.

IV. Walchensee Elektricitäts AG., München (im Konzern Bayernwerk).

1 Stromerzeugungsanlage für Drehstromabgabe an Bayernwerk und Einphasenstromabgabe an die Reichsbahn. Die Werte gelten für gleichzeitigen Betrieb der Drehstrom- und Einphasengeneratoren.

2 Die angeführten Zahlen sind den Geschäftsberichten entnommen, da das Unternehmen in der Statistik der VdEW nicht geführt wird.

V. Mittlere Isar AG., München (im Konzern Bayernwerk).

1 Stromerzeugungsanlage für Drehstromabgabe an Bayernwerk und Einphasenstromabgabe an die Reichsbahn. Die Werte gelten für gleichzeitigen Betrieb der Drehstrom- und Einphasengeneratoren.

2 Die angeführten Zahlen sind den Geschäftsberichten entnommen, da das Unternehmen in der Statistik der VdEW nicht geführt wird.

VI. Main-Kraftwerke AG., Frankfurt a. M.-Höchst.

1 Zugang des Wasserkraftwerks Elisenhütte bei Nassau a. d. L.

Digitized by Google

[2] 133 000 RM Aktien der Rheingau Elektrizitätswerke AG., Eltville, deren gesammtes Aktienkapital sich im Besitz der Main-Kraftwerke AG. befindet, sind gelegentlich der Neuregelung der Konzessionen mit den angeschlossenen Gemeinden in Abgang gebracht und dagegen das laufende Konto bis zur Rückkunft der Effekten belastet.

VIII. Großkraftwerk Franken AG., Nürnberg.

[1] Das Unternehmen bezieht seinen Strom hauptsächlich aus den Wasserwerken der Rhein-Main-Donau AG., Kachlet und Vierreth, die mit den eigenen Werken Gebersdorf und Hausen durch die Betriebsgemeinschaft Kachlet in der Franken G. m. b. H. zusammengeschlossen sind.

[2] Betriebs- und Verwaltungskosten für 1931 nicht gesondert ausgewiesen.

IX. Neckar-AG., Stuttgart.

[1] Hierin enthalten 2,676 Mill RM Rest der 6 % Holländ.-Gulden-Anleihe von 1930.

[2] Hierin enthalten 5,514 Mill. RM Rest der 6 % Holländ.-Gulden-Anleihe von 1930.

[3] Hierin enthalten 0,658 Mill RM Bankguthaben und 0,225 Mill RM Wertpapiere.

[4] Hierin enthalten 0,964 Mill RM Bankguthaben und 0,263 Mill RM Wertpapiere.

[5] Die Gesellschaft weist in der Bilanz und in der Gewinn- und Verlustrechnung keinen Gewinn-Saldo auf; sie überträgt den Reingewinn (1931: 1 000 170 RM und 1930: 919 315 RM) ungekürzt auf Abschreibungs- und Erneuerungsrücklage. *Trb.*

Fortschritte der portugiesischen Elektrizitätswirtschaft. — Die kürzlich veröffentlichte Elektrizitätsstatistik, die von der Regierungstelle für Elektrizitätsversorgung veröffentlicht wird, ergibt, daß sich im Jahre 1931 die Leistung der portugiesischen Elektrizitätswerke beträchtlich erhöht hat, während die Erzeugung insgesamt nur um 3 % zugenommen hat. Dabei ging die Gesamtzahl der Anlagen, die sich in der Zeit von 1928 bis 1930 von 354 auf 395 erhöht hatte, auf 389 zurück; der Vermehrung der Wasserkraftanlagen von 75 auf 76 steht eine Abnahme der Wärmekraftwerke von 320 auf 313 gegenüber. Die Entwicklung der installierten Leistung veranschaulicht folgende Zahlentafel:

Installierte Leistung der portugiesischen Elektrizitätsanlagen in 1000 kW

Jahr	Wasserkraftanlagen	Wärmekraftanlagen	sämtliche Anlagen
1928	33,6	102,1	135,7
1929	36,0	108,2	144,2
1930	36,6	113,8	150,4
1931	37,6	147,3	184,9

Die starke Zunahme der Leistung der Wärmekraftanlagen im Jahre 1931 ist um so erstaunlicher, als Portugal weder über eigene Kohlen- noch Erdölvorräte, wohl aber über umfangreiche Wasserkraftvorkommen (rd. 500 000 PS) verfügt. Die Mehrzahl der portugiesischen Elektrizitätsanlagen arbeitet mit nur ganz geringen Leistungen. Von der Gesamtzahl der angegebenen Anlagen arbeiten 218 mit Leistungen von unter 100 kW; lediglich 20 Anlagen verfügen über Leistungen von 1000 und mehr kW. Die Stromerzeugung Portugals belief sich in den Jahren 1927 bis 1931 auf 187, 217, 240, 260 und 268 Mill kWh. Die in öffentlicher Hand befindlichen Werke waren 1931 an der gesamten Stromerzeugung mit 219,3 Mill kWh beteiligt, wovon 84,7 auf Wasserkraft und 134,6 auf Wärmekraftanlagen entfielen. Ähnlich wie in anderen Ländern ist auch in Portugal ein Übergang industrieller Anlagen zum Strombezug von öffentlichen Werken erkennbar; dem Rückgang der Erzeugung in Privatanlagen steht eine Steigerung in Anlagen der öffentlichen Hand um 7 % gegenüber. Etwa die Hälfte des im Lande erzeugten Stroms wird in den beiden größten Städten des Landes verbraucht, u. zw. 80,02 Mill kWh in Lissabon und 36,09 Mill kWh in Oporto. Im Durchschnitt belief sich die Benutzungsdauer der Wasserkraftanlagen auf 2470 h, die der Wärmekraftwerke dagegen nur auf 1182 h. (Bericht der Estatistica das Instalaçoes Electricas em Portugal 1933.) *A. Fr.*

Das erste Torfkraftwerk in Frankreich. — Größere Torfmoore befinden sich in Frankreich in den Landen zwischen Bordeaux und Dax. Die Société Minière et Electrique des Landes hatte im Jahre 1932 bei Hostens, 38 km südlich Bordeaux, wo der Reichtum von drei Torflagern auf 100 Mill t geschätzt wird, ein zur direkten Verbrennung des 60 ··· 62 % Wasser enthaltenden Torfs bestimmtes Kraftwerk von 25 000 kW in Betrieb gesetzt. Längere Versuche mit dem in Frankreich noch nicht benutzten Brennstoff wurden vorher in einem deutschen Kraftwerk durchgeführt und auch die Förderanlage und die Kessel in Deutschland bestellt. Das Kraftwerk besitzt 3 Hanomag-Kessel von 20 atü mit je 750 m² Heizfläche und 2 Drehstromgeneratoren von je 12 500 kW der Firma Alsthom. Die Tagebau-Förderanlage mit einer Förderbrücke von 60 m Länge hat eine Leistungsfähigkeit von 300 t/h. Das Kraftwerk ist durch eine 60 kV-Leitung an das Umspannwerk Pessac der Südbahngesellschaft (bei Bordeaux) angeschlossen. *—ak.*

AUS LETZTER ZEIT.

Die rhein-mainische Energiewirtschaft soll vereinigt werden. — Der Energie-Beirat ist durch Verordnung vom 26. IX. 1933 für das Gebiet des Landes Hessen ins Leben gerufen worden. Es schien zweckmäßig, auch in einem so eng begrenzten Gebiete wie dem hessischen Erkenntnisse zu sammeln, um Unterlagen dafür zu gewinnen, was überhaupt geschehen kann, und um die Möglichkeit zu geben, das gesamte Wirtschaftsgebiet Rhein-Main in der Frage der Energiewirtschaft zusammenzufassen.

Stillegung eines österreichischen Kraftwerks. — Die Stadt Wien hat beschlossen, das ihr gehörige Kraftwerk von Ebenfurth stillzulegen. Das Braunkohlenvorkommen von Zwillingsdorf südlich von Wien, aus welchem das Kraftwerk betrieben wurde, ist bereits seit über zwei Jahren erschöpft. Seither wurde in Ebenfurth großenteils Grünbacher Steinkohle verwendet, aber der Betrieb war so unlohnend, daß er nun eingestellt wird. Die bisher aus Ebenfurth gelieferten Strommengen werden in Zukunft aus Wasserkraftwerken bezogen werden. Die Stadt Wien bezog 1930 erst 30 %, 1932 aber bereits über 65 % ihres Strombedarfs aus Wasserkraft; mit der Auflassung des Werks in Ebenfurth wird dieser Anteil praktisch auf 100 % steigen.

Elektrolux AG., Berlin-Tempelhof. — Bei der Gesellschaft konnte eine 30 ··· 40prozentige Erhöhung der Belegschaft gegenüber dem Vorjahr vorgenommen werden.

Der neue Rundfunksender Freiburg i. B. — Der Aufbau des neuen Rundfunksenders Freiburg i. B., der von der C. Lorenz AG. geliefert wurde, geht seiner Vollendung entgegen. Der vierstufige Sender gibt bei 70prozentiger Modulation (Aussteuerung) eine Antennenleistung von 10 kW und arbeitet im Gleichwellenbetrieb mit den Sendern Frankfurt a. M., Trier und Kassel. Die Synchronisierung (Gleichlauf) dieser Sender erfolgt durch die von Lorenz besonders entwickelte Stimmgabelschaltung des Gleichwellengerätes. Durch dieses System wird eine früher unerreichte Gleichheit der Trägerwellen dieser Sender erzielt[1].

Kommission für neue technische Fachwörter in Frankreich. — In letzter Zeit tauchen in den französischen technischen Veröffentlichungen eine Reihe von Fremdwörtern, vorwiegend aus dem Englischen und Deutschen, sowie auch latinisierte Neubildungen u. dgl. auf, die der Chambre syndicale des Ingénieurs den Anlaß zur Bildung einer Kommission für französische technische Terminologie gegeben haben. Diese Kommission hat mit Prof. Bruhat als Präsident am 5. VII. in Paris ihre Eröffnungsitzung abgehalten. Sie wird unschöne und unzweckmäßige Fremdwörter — in erster Linie neuentstandene — durch französische Bezeichnungen zu ersetzen suchen und die Ergebnisse ihrer Beratungen nach deren Billigung durch den französischen Normenausschuß an die Vereine, Zeitschriften, Schriftsteller u. dgl. weiterleiten. — Auch für die deutsche Technikersprache erscheint ein derartige Bereinigung notwendig; so begegnet man z. B. im Funkwesen häufig neuen Fremdwörtern, deren Verdeutschung keinerlei Schwierigkeiten macht.

Neuartige Zählung des Straßenverkehrs. — Seit 3 Monaten befindet sich am Nordtor der „Avus“ in Berlin ein Verkehrszählgerät in Betrieb, das völlig abgeschlossen unter der Straßendecke eingebaut liegt. Die zur Zählung erforderlichen elektrischen Ströme werden durch Induktion in diesem Gerät erzeugt und vermögen ein Zählwerk oder auch ein Schreibgerät bzw. Signale zu betätigen.

[1] Vgl. S. 1173 dieses Heftes.

Digitized by Google

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33. Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631. Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

XXXVI. Jahresversammlung.

Die **XXXVI. Jahresversammlung des VDE** findet **am 30. VI. und 1. VII. 1934 in Stuttgart** statt.

Sonnabend, den 30. VI.:

vormittags: Vorstandssitzung,
Eröffnung der Elektrotechnischen Ausstellung,
Vorstandsratsitzung,

nachmittags: Fachberichte,

abends: Begrüßung.

Sonntag, den 1. VII.:

vormittags: Mitgliederversammlung,

nachmittags: Fachberichte.

Bei ausreichender Beteiligung veranstaltet der Württembergische Elektrotechnische Verein im Anschluß an die Jahresversammlung technische Besichtigungen und Ausflüge.

Einladung.

Die Verbandsmitglieder werden hierdurch zu einem Vortrage des Herrn Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr. phil. h. c. C. Matschoss, VDI, mit dem Thema:

„Mit dem Zeppelin nach Südamerika",
Reiseeindrücke eines deutschen Ingenieurs,

am Mittwoch, dem 6. Dezember 1933, 1930 Uhr,

im Großen Hörsaal des Physikalischen Instituts, Charlottenburg, Kurfürstenallee, eingeladen.

Eintritt frei. Gäste willkommen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur Fachsitzung für Elektro-Maschinenbau (EVM) am Dienstag, dem 5. Dezember 1933, 8 Uhr abends, in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Dr.-Ing. L. Monath über das Thema: „Kurzschlußbremsung und Nutzbremsung elektrischer Fahrzeuge".

Inhaltsangabe:

Gleichstromfahrzeuge:

I. Die Kurzschlußbremsung von Gleichstromfahrzeugen.
II. Die Nutzbremsung von Gleichstromfahrzeugen.
   A. Verfahren unter Beibehaltung von Hauptstrommotoren.
   B. Nutzbremsverfahren mit Nebenschluß- oder Kompoundmotoren.
   C. Kritischer Gesamtüberblick über die Verfahren zur Nutzbremsung von Gleichstromfahrzeugen.

Wechselstromfahrzeuge.

I. Kurzschlußbremsung und Widerstandsbremsung von Wechselstromfahrzeugen.
II. Nutzbremssysteme für Wechselstromfahrzeuge.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können gegen Vorzeigung der Dauer-Gastkarte oder nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten können in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle gelöst werden.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie" in Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Fachausschuß für Elektro-Maschinenbau.
Der Vorsitzende:
Dr. Kloss.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Chemnitz. 7. XII. 1933, abds. 7½ h, Staatl. Akademie für Technik: Vortrag Dr.-Ing. Hensel, Frankfurt a. M., „Elektrische Koch- und Heizgeräte".

Elektrotechn. Gesellschaft zu Danzig. 4. XII. 1933, abds. 8h, gr. Hörsaal des Elektrotechn. Inst. der T. H.: Vortrag Ing. H. Lingenfelser, Berlin, „Straßen- und Verkehrsbeleuchtung".

Elektrotechn. Gesellschaft Frankfurt a. M. 6. XII. 1933, abds. 8h, Saal der Kunstgewerbeschule, Neue Mainzer Str. 47: Vortrag Dipl.-Ing. Vahl, Berlin, „Über Strom- und Spannungswandler".

Elektrotechn. Verein Königsberg, Pr. 4. XII. 1933, abds. 8 h, Hörsaal des I. Phys. Inst. der Universität, Steindamm 6: Vortrag Oberreg.-Rat Dr. R. Schmidt, Berlin: „Die neuere Entwicklung des amtlichen Zählerprüfwesens bei Elektrizitätswerken".

Elektrotechn. Verein Leipzig. 7. XII. 1933, abds. 8 h, gr. Saal des Kaufmänn. Vereinshauses, Schulstr. 5: Lichtbildervortrag Major a. D. Schlee, „Die Überwindung von Raum und Zeit durch die elektrische Welle".

Physikalische Gesellschaft zu Berlin. 8. XII. 1933, nachm. 5½h, gr. Hörsaal des Phys. Inst. der Universität, Reichstagsufer 7/8; Vortrag G. Menzer, „Über Kristallstrukturen mit statistisch besetzten Punktlagen".

LITERATUR.

Besprechungen.

Ortsnetze für Kabel und Freileitung. Mit Berechnungsbeispielen aus d. Praxis. Von K. Kinzinger. Mit 35 Abb. u. 2 Tab., V u. 117 S. in 8°. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1932. Preis geh. 5 RM.

Als Hilfsbuch für die in die Praxis eintretenden Techniker, Ingenieure und jüngeren Montageleiter behandelt das Buch Aufgaben aus der Projektierung und der Ausführung elektrischer Niederspannungsnetze und gibt Winke für die Entwurfsbearbeitung. Im letzten Abschnitt werden Wirtschaftlichkeits- und Betriebskostenberechnungen behandelt.

Die Entwurfsbearbeitung ist nur sehr oberflächlich behandelt worden. Hat der junge Techniker keine praktischen Erfahrungen in seiner Ausbildung sammeln können, wird er auch mit den Winken und allgemeinen technischen Richtlinien nicht viel anfangen können. Nach dieser Richtung macht das Buch den Eindruck einer einfachen Niederschrift ohne Eingehen auf praktische Einzelheiten und ohne eine strengere Gliederung des behandelten Stoffes.

Die Rechnungsbeispiele sind dagegen etwas besser. Auch die Wirtschaftlichkeitsberechnungen und die Kostenermittlungen von Leitungsanlagen werden dem jungen Techniker manche Anhaltspunkte für seine ersten Entwurfsarbeiten geben können. H. Kyser.

Digitized by Google

Grundlagen und Entwicklung der Energiewirtschaft Österreichs. Offizieller Bericht des österr. Nationalkomitees der Weltkraftkonferenz. Ergänzungsband 1930 ··· 1933. Von Ing. Dr. O. Vas. Mit 39 Abb., 36 Tab. i. Text u. 84 S. in 4°. Verlag Julius Springer, Wien 1933. Preis geh. 4,80 RM*.

Das österreichische Nationalkomitee für die Weltkraftkonferenz gab im Jahre 1930 anläßlich der Berliner Volltagung einen umfangreichen Bericht über die Leistungen Österreichs zum Neuaufbau seiner durch die Grenzziehung des Versailler Vertrages zerstörten Energiewirtschaft heraus.

Der vorliegende Ergänzungsband ist der skandinavischen Teiltagung der Weltkraftkonferenz gewidmet und soll über die seitherigen Bau- und Betriebsergebnisse und neueren Bestrebungen unterrichten. Im Anschluß an die Einteilung und Gliederung des Hauptberichtes werden zuerst die Brennstoffe: Kohle (vor allem Trockenkohle), weiter die neuerschlossenen Erdöle und Erdgaslager behandelt; ein neuer Abschnitt über die Gaswerke (Jahresabsatz 373 Mill m³) ist eingefügt. Einen breiten Raum nehmen die Wasserkräfte ein; zuerst werden die in den letzten drei Jahren neu erbauten Kraftwerke (Zillertaler, Mixnitz, Packspeicher) besprochen, dann neuere Projekte von Großkraftwerken an den Alpenflüssen und an der Donau. Diesen Projekten mit einem Gesamt-Jahresarbeitsvermögen von etwa 15 Mrd kWh, also dem achtfachen des gegenwärtigen Ausbaues, kommt bei der gegenwärtigen Wirtschaftskrise, die in absehbarer Zeit weder im Inland noch im Ausland auf eine maßgebende Absatzsteigerung hoffen läßt, zwar nur theoretisches Interesse zu. Immerhin ist es zu begrüßen, daß man hier von einer neutralen Stelle all die Riesenpläne nebeneinander behandelt findet, die noch vor 2 ··· 3 Jahren die Aufmerksamkeit weiter Kreise erweckt hatten.

Dann folgt ein Abschnitt über die Elektrizitätsversorgung, in dem der Verfasser viel wertvolles Material über die größeren Unternehmungen und Verbundbetriebe gesammelt hat, um so der wachsenden Bedeutung dieses wichtigsten Zweiges der Energiewirtschaft gerecht zu werden.

Interessante Nachweise gegen die seinerzeitigen ungerechtfertigten Angriffe der Gegner der Elektrisierung der Bundesbahnen bringt der folgende Abschnitt.

Den Abschluß bildet ein Bericht über den gegenwärtigen Stand des österreichischen Elektrizitätsrechtes, vor allem die Ausführungsgesetze der Länder, deren Einheitlichkeit in den wesentlichsten Fragen erfreulicherweise nach langen Kämpfen erreicht wurde; ferner die Starkstromverordnung und die neuere, von autarken Gesichtspunkten beeinflußte Brennstoffgesetzgebung.

Die Grundlagen samt dem vorliegenden Ergänzungsband sind ein unentbehrliches Nachschlagewerk über Österreichs Kraftwerke und Energiewirtschaft geworden. Für eine künftige Neuauflage kann als Anregung nur der Wunsch vermerkt werden, es mögen die bedeutenden Großkraftwerke nicht „beschrieben", sondern in „Merkblättern" nach ihren wichtigsten hydraulischen, baulichen, maschinell-elektrischen und betriebswirtschaftlichen Merkmalen übersichtlich gekennzeichnet werden (s. Ornig, „Österreichs Energiewirtschaft", Springer, Wien, S. 216 ff.). J. Ornig.

Der elektrische Oberleitungs-Omnibus. Bericht über die 12. öff. Diskussionsvers. des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes vom 27. XI. 1931 in Zürich. Mit Abb. u. 67 S. in 8°. Verlag des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes, Zürich, Peterstr. 10. Preis geh. 2 Fr.

Die Schrift enthält beachtenswerte Ausführungen bekannter Verkehrsfachleute der Schweiz, Deutschlands und Italiens über Wesen und Wirtschaftlichkeit der im Laufe der letzten Jahre stark in den Vordergrund getretenen elektrischen Oberleitungs-Omnisbusse. Es werden Vorteile und Nachteile dieses Systems gegenüber anderen Verkehrsmitteln, wie z. B. Straßenbahn, Autobus und Akkumulatoren-Triebfahrzeug, eingehender Betrachtung unterzogen. — Das Referat Hiertzeler, Baden (Schweiz), gibt ferner eine geschichtliche Entwicklung des Oberleitungs-Omnibusses sowie Betriebszahlen bestehender Anlagen. Schaubilder geben einen Vergleich der Gesamt-Betriebsausgaben vom Benzinautobus, Oberleitungs-Omnibus und Straßenbahn je Platzkilometer bzw. Wagenkilometer, und zwar als Funktion der Wagenfolge. Nicht verallgemeinert werden darf die Angabe Hiertzelers, wonach die Straßenbahn in den stark belebten Straßen der Großstädte dem Benzinomnibus hätte weichen müssen. Die Beispiele Rom und Wiesbaden mit ihren enormen Betriebskosten werden andere Großstädte zu einem derartigen Experiment kaum ermutigen. Der Zusammenfassung am Schlusse des Referats Hiertzeler kann man nur beipflichten. Das Referat Schiffer, Essen, durch gute Abbildungen der beiden neuzeitlichen Anlagen Deutschlands, Mettmann-Gruiten und Idar-Tiefenstein, illustriert, erstreckt sich auf Angaben über Betriebsverhältnisse und Ergebnisse sowohl ausländischer Unternehmungen als auch über den Betrieb der Strecke Mettmann—Gruiten. Ferner gibt Schiffer Zahlen über die Baukosten der Anlage Mettmann—Gruiten und die seit dem 21. II. 1932 im Betriebe befindliche Strecke Idar—Tiefenstein. Im Hinblick auf die große Verbreitung der Autobusse in der Schweiz vertreten die Versammlungsteilnehmer einmütig den Standpunkt, daß dem Oberleitungs-Omnibus sowohl aus verkehrs- als auch volkswirtschaftlichen Erwägungen heraus eine größere Beachtung beigemessen werden müsse. Die Schweiz habe genügend Wasserkräfte, um billige elektrische Energie abgeben zu können. Die Einfuhr von Benzin sei möglichst einzuschränken. Ein absolut zu billigender Standpunkt. O. Armknecht.

Electrical Phenomena in Gases. Von K. K. Darrow. Mit 91 Abb. i. Text, XVII u. 492 S. in 8°. Verlag The Williams & Wilkins Comp., Baltimore 1932. Preis geb. 8 $.

Die elektrische Leitung in Gasen beruht auf dem Vorhandensein positiver und negativer Elektrizitätsträger, positiver und negativer Ionen und Elektronen, in dem Gase. Diese Träger werden durch die Elementarprozesse aus den neutralen Gasteilchen gebildet. Diese Prozesse sind im Anschluß an die grundlegenden Versuche in vielen, genau definierten Einzelfällen weitgehend untersucht und geklärt worden. Die spektroskopischen Beobachtungen sind mit den Vorgängen im Gase in einen sicheren Zusammenhang gebracht. Beweglichkeit, Diffusion und Wiedervereinigung der Träger wurden studiert, ebenso die gegenseitige Behinderung gleichnamiger Träger in Form der Raumladung. Diese genannten Erscheinungen sind an Hand des sehr umfangreichen, hauptsächlich amerikanischen und deutschen Schrifttums in den ersten 10 Kapiteln übersichtlich und unter Beigabe von Zahlenmaterial dargestellt. Die letzten 3 Kapitel sind dem Plasma, einem nach außen neutralen Gebilde aus Atomen, Ionen, Elektronen und Lichtquanten, und den Sondenmessungen gewidmet sowie der selbständigen Glimmentladung und dem selbständigen Lichtbogen als Hauptvertreter der Gasentladungen. Das Buch gibt einen ausgezeichneten Überblick über den augenblicklichen Stand der physikalischen Forschung. Technische Anwendungen werden nicht behandelt. Trotzdem wird das Buch auch vielen Elektrotechnikern willkommen sein. E. Lübcke.

Die lichtelektrische Zelle und ihre Herstellung. Von Dr. rer. techn. R. Fleischer u. Dr.-Ing. H. Teichmann, mit einer Einführung v. Prof. Dr. H. Dember. (Bd. 27 d. Wiss. Forschungsberichte, Naturwiss. Reihe, herausg. v. Dr. R. Liesegang.) Mit 201 Abb. u. 29 Tab.., XII u. 175 S. in 8°. Verlag Theodor Steinkopff, Dresden u. Leipzig 1932. Preis geh. 12 RM, geb. 13,20 RM.

In dem vorliegenden Buche von R. Fleischer und H. Teichmann werden erstmalig im Rahmen einer zusammenfassenden Darstellung der lichtelektrische Effekt und die Herstellung und Ausführungsformen lichtelektrischer Zellen behandelt. Das umfangreiche erste Kapitel enthält die Arbeiten über den äußeren lichtelektrischen Effekt. In den einzelnen Abschnitten werden beschrieben: der Einfluß der Gasbeladung auf Alkalikathoden, die verschiedenen Herstellungs- und Sensibilisierungsmethoden. Ferner sind in einem Abschnitt Ausführungsformen lichtelektrischer Zellen beschrieben, sowohl Laboratoriumstypen wie auch in- und ausländische Typen. Weitere Kapitel behandeln den inneren lichtelektrischen Effekt (Selenzelle, Thalofidzelle und Becquereleffekt). Erstmalig findet man auch in diesem Buche zusammenfassend dargestellt die Herstellung und Verwendung von Sperrschichtphotozellen und ihre technischen Ausführungsformen. Ein umfangreiches Literaturverzeichnis sowie Autoren- und Firmenregister sind dem Buche beigegeben. Es ist jedoch im Text der Stoff so eingehend behandelt worden, daß sich ein Zurückgreifen auf die Originalliteratur im allgemeinen erübrigt, wozu auch die große Zahl guter Abbildungen beiträgt. Spiller.

* Der Hauptbericht ist im Verlag J. Springer, Wien, erschienen. Preis auf 10 RM herabgesetzt; für beide Bände Vorzugspreis 12 RM.

Digitized by Google

Einführung in die Tonphotographie. Photographische Grundlagen der Lichtton-Aufzeichnung. Von Prof. Dr. J. Eggert und Dr. R. Schmidt. Mit 122 Abb. i. Text, VI u. 137 S. in gr. 8°. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1932. Preis kart. 7 RM.

Zwei prominente Fachleute des wissenschaftlichen Zentral-Laboratoriums der I. G. Farbenindustrie AG. behandeln hier den bisher vorliegenden Stoff über die so außerordentlich wichtigen photographischen Vorgänge bei der Herstellung der Lichttonaufzeichnung an Hand von praktischen Versuchsergebnissen und theoretischen Vorstellungen. Nach einer Einleitung über die Grundzüge photographischer Tonaufnahme und -wiedergabe kommen die Verfasser auf die angrenzenden Gebiete elektroakustischer, optischer, mechanischer und lichtelektrischer Natur zu sprechen. Der darauf folgende Hauptteil des Buches behandelt die photographischen Grundlagen der Lichttonaufzeichnung. Die Begriffe der Schwärzung, Transparenz, der Schwärzungs- und Transparenzkurven, des Geraden- und Durchhangverfahrens, des Ultrakurzzeit- und Callierreffektes, des Lautstärkeumfanges und Grundgeräusches werden ausführlich, gestützt auf ein aufschlußreiches Kurven- und Abbildungsmaterial, erläutert.

Die photographischen Grundbedingungen für die verzerrungsfreie Wiedergabe eines Tonfilms bei Sprossenschrift, Zackenschrift, Geradenverfahren, Durchhangverfahren und die hierzu notwendigen Kontrollmaßnahmen (Gammameter und Aussteuerungsmesser) werden eingehend bearbeitet. Die neuesten Verfahren zur Verminderung des Grundgeräusches (Klar- oder Reintonverfahren), ihre Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten, der Frequenzgang des Filmmaterials, mit praktischen Beispielen und Tabellen verschiedener Filmsorten, die Amplitudenverluste der letzteren und diejenigen beim Kopiervorgang werden ausführlich besprochen. Wertvolle Angaben über die von der Agfa hergestellten Tonaufnahme- und -wiedergabefilme mit zahlenmäßigen Daten über Frequenzgang, Verwendungsgebiet usw. beschließen das Buch. Im Anhang sind Vorschläge für eine Filmnormung (DIN) gebracht.

Das reich bebilderte Buch ist ein ausgezeichnetes Nachschlagewerk für den Tonfilmpraktiker, mit einem sorgfältig zusammengestellten Literaturnachweis für denjenigen, der sich auch theoretisch in die Materie vertiefen will. J. Mayer.

Dauerfestigkeit und Konstruktion. Von Prof. Dr. A. Thum u. Dipl.-Ing. W. Buchmann. (H. 1 d. Mitt. d. Materialprüfungsanstalt a. d. T. H. Darmstadt.) Mit 55 Abb. u. 9 Zahlentaf., VII u. 81 S. in 8°. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1932. Preis geh. 6,90 RM, f. VDI-Mitgl. 6,20 RM.

Die ständig wachsenden Ansprüche, die man an die Maschinen und deren Teile in mechanischer Hinsicht stellt, verlangen eine neue Festigkeitsrechnungsweise, da die bisherige auf der ruhenden Belastung aufgebaute Berechnungsweise nicht mehr genügt. Die reichen Ergebnisse der Bemühungen um eine neue Festigkeitslehre, welche den dynamischen Vorgängen mehr gericht wird, sind trotz gedrängter Kürze erschöpfend im vorliegenden Buche behandelt. Es werden die Grundbegriffe der zügigen (ruhenden) und der wechselnden Beanspruchung und der Dauerfestigkeit klargestellt; auf den Einfluß der Werkstoffbearbeitung und auf die äußeren Einflüsse (Korrosion, Temperatur) wird hingewiesen. Der Einfluß der Werkstückformgebung (Kerbe) auf die Spannungsverteilung (maximale Spannung) wird ausführlich dargetan. Zum Schlusse sind zahlreiche praktische Ausführungen zugefügt, welche weitgehende Benutzung der neuen Methode ermöglichen. Wenn auch diese neue Rechnungsweise nicht ganz ausgebaut ist, so empfiehlt es sich doch, sie möglichst anzuwenden, um diese Art zu erproben. Den Konstrukteuren, insbesondere auch der normalen elektrischen Maschinen ist dieses Buch aufs wärmste zu empfehlen. A. Lang.

Eingegangene Doktordissertationen.

Ernst Klosse, Beiträge für die Untersuchung der Eignung von Elektroden für das Lichtbogenschweißen von Stahlbauten unter besonderer Berücksichtigung der Eignung in wirtschaftlicher Hinsicht. T. H. Breslau 1933.

August Koller, Über die Energieverteilung in Gitterspektren. T. H. Berlin 1931. (Auszug der Arbeit ist in dem Bericht über den VIII. Internationalen Kongreß für Photographie, Dresden 1931, auf S. 326 erschienen.)

Rolf von Meibom, Beugungsversuche mit schnellen Protonen. T. H. Berlin 1933. (Erscheint gekürzt in Ann. Physik.)

Werner Vogel, Analytische Untersuchung des zylindrischen Schneckentriebes mit gerader, die Achse schneidender Erzeugender. T. H. Berlin 1932. (Die Abhandlung erscheint in gleicher Fassung auch als Buch unter dem Titel „Eingriffsgesetze und analytische Berechnungsgrundlagen des zylindrischen Schneckentriebes mit geradflankigem Schnecken-Achsenschnitt". Vertrieb: VDI-Buchhandlung.)

Erich Bein, Die Geologie des Gebietes zwischen Saale und Elbe im Lichte erdmagnetischer Messungen. T. H. Berlin 1932. (Erscheint gleichzeitig als Arbeit in: Beiträge zur physikalischen Erforschung der Erdrinde, H. 6. Herausg. v. d. Preußischen Geologischen Landesanstalt.)

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus den Jahresabschlüssen deutscher Elektrizitäts-Holdinggesellschaften*.

Werte in 1000 RM

(Die fettgedruckten Ziffern beziehen sich auf das Jahr 1932 bzw. 1931/32, die *schräggedruckten* auf das Jahr 1931 bzw. 1930/31.)

Name der Gesellschaft	I. Elektrizitätslieferungsgesellschaft, Berlin	II. Gesellsch. für elektr. Unternehmungen Ludwig Loewe&Co., AG., Berlin	III. Elektrische Licht- und Kraftanlagen AG., Berlin	IV. Elektrizitäts-AG., vorm. Schuckert & Co., Nürnberg
Geschäftsjahr	Jan./Dez.	Jan./Dez.	Juli/Juni[6]	April/März[7]
A. Aktiva				
I. Anlagevermögen	**12 750** / *16 898*	**24 911** / *25 283*	— / —	**946** / *957*
II. Beteiligungen	**38 173** / *38 244*[1]	**99 170** / *108 448*[1,5]	**32 761** / *36 023*[1]	**74 614** / *81 628*[1]
III. Umlaufsvermögen				
1. Vorräte	**255** / *397*	**2 713** / *2 892*	— / —	— / *82*
2. Effekten	**224** / —[1]	**6 838** / —[1]	**544** / —[1]	**8 105**[8] / —[1]
3. Forderungen				
a) an abhäng. und Konzernges.	**14 720** / *7 411*	**14 711** / *21 825*	**8 094** / *4 605*	**1 596** / —
b) an sonstige Schuldner	**7 750** / *2 335*	**5 219** / *7 185*	— / —	**9** / —
4. Kasse, Wechsel, Schecks, Bank- u. Postscheckguthaben	**87** / *1 791*	**20 564** / *14 256*	**2 695** / *4 287*	**4 020** / *4 855*
Summe III[2]	— / —	— / —	— / —	— / —
B. Passiva				
I. Grundkapital	**40 040** / *40 040*	**80 010** / *80 010*	**30 030** / *30 030*	**60 000** / *60 000*
II. Reservefonds	**6 031** / *6 031*	**17 543** / *17 543*	**5 280** / *5 280*	**6 015** / *6 000*
III. Unterstützungsfonds	**860** / *850*	**3 578** / *3 537*	— / —	— / —
IV. Rückstellungen	**1 615** / —	**3 410** / —	— / —	**10 100** / *9 355*[9]
V. Wertberichtigung	**10 749** / *7 748*	**9 230** / *7 830*	— / —	**5 275** / *5 275*
VI. Verbindlichkeiten				
1. aus Hypotheken, Schuldverschreib., langfr. Darlehen	**10 105** / *3 681*	**24 630** / *29 149*	— / —	**58** / *58*
2. gegenüber abhängigen u. Konzerngesellschaften	**838** / *2 684*	**13 549** / *11 545*	**6 014** / *4 388*	**2 958** / —[10]
3. Sonstige	**1 163** / *3 815*	**17 069** / *26 035*	**921** / *3 395*	**1 169** / *4 798*[10]
Summe VI	—[3] / —[3]	—[3] / —[3]	**6 935** / *7 783*	**4 185** / *4 856*
gegen Vorjahr in %	—	—	— 11 %	— 14 %
Bilanzschlußzahl	**73 981** / *67 083*	**174 163** / *179 889*	**44 095** / *44 915*	**89 280** / *87 521*
C. Aus Gewinn- und Verlustrechnung				
I. Steuern	**1 265** / *1 728*	**1 252** / *1 422*	**589** / *1 142*	**474** / *422*
II. Aufwandszinsen	**124** / *188*	**1 371** / *1 656*	— / *32*	— / —
III. Abschreibungen	**2 875**[4] / *2 700*[4]	**2 125** / *1 279*	**450** / —	— / —
IV. Jahresreingewinn[1]	**2 457** / *2 016*	**4 080** / *3 181*	**1 412** / *1 672*	**1 679** / *1 534*
V. Dividende	**6** % / *5* %	**5** % / *4* %	**6** % / *6* %	**5** % / —
VI. Jahresreinverlust[1]	— / —	— / —	— / —	— / —

* Vgl. ETZ 1933, S. 367.

Digitized by Google

Anmerkungen:

1 Einschl. Effekten.
2 Keine Aufrechnung, da die Effekten 1931 bzw. 1930/31 nicht gesondert ausgewiesen sind.
3 Keine Aufrechnung, da die Posten nicht voll vergleichbar erscheinen.

Zu I. Elektricitätslieferungsgesellschaft

Anmerkungen:

4 Davon Sonderabschreibungen:
1932: 1 500 000 RM,
1931: 1 408 499 RM.

Die Stromabgabe in den eigenen Betrieben und Pachtungen sowie den Konzerngesellschaften der ELG betrug 333 350 000 kWh im Jahre 1932 gegen 364 000 000 kWh im Vorjahre.

Beteiligungen 1932

	Stromabgabe Mill kWh		Dividende in %	
	1931	1932	1931	1932
1. Inland:				
Bayerische Elektr.-Lief.-Ges. AG, Bayreuth	52,8	52,0	0	4
Thüringer Elektr.-Lief.-Ges. AG., Gotha	53,4	46,6	5	5
Main-Kraftwerke AG., Frankfurt/M.-Höchst	104,2	111,0	4	4
Kommunale Elektr.-Lief.-Ges. AG., Sagan	33,6	30,8	5	4
Sächsische Elektr.-Lief.-Ges. AG., Siegmar	116,6	103,2	6	.
Elektrizitätswerk Brandenburg AG., Brandenburg	18,5	18,4	5	5
Überlandzentrale Neubrandenburg AG., Neubrandenburg	4,9	4,6	9	9
Lausitzer Elektrizitätswerk G. m. b. H., Berlin	17,6	15,4	7	5
2. Ausland:				
Elektrizitäts-Lieferungs-Ges. m. b. H., Eger	15,2	14,1	0	6
Westböhmische Elektrizitätswerke AG., Asch	15,2	14,1	10	8
Ankara Elektrik Türk AS., Ankara	6,1	6,5	—	—
Adana Elektrik Türk AS., Istanbul	0,7	0,9	—	—

Weitere Beteiligungen sind: Inland: Kohlenveredlung und Schwelwerke AG., Berlin; Licht- u. Kraftwerke G. m. b H., Berlin; Brennerwerke G. m. b. H.; Elektrizitätswerke Schwandorf G. m. b. H. Ausland: Ankara Hava Gazi Türk AS., Ankara (Gasabsatz 1932: 576 317 m³); Elektrizitäts-Lief.-AG. f. d. ungarische Tiefebene, Budapest (hat bisher eine Geschäftstätigkeit nicht aufgenommen).

Zu II. Gesellschaft für elektrische Unternehmungen — Ludwig Loewe & Co. AG.

Anmerkungen:

5 Darunter eigene Aktien nom. 622 700 RM.

Beteiligungen 1932

	Stromabgabe Mill kWh		Dividende		Höhe der Beteiligung in %
	1931	1932	1931	1932	
1. Inland:					
Elektrizitätsw. Südwest AG., Berlin	80,5	77,4	6 %	6 %	56,8
Neckarwerke AG., Eßlingen	87,6	90,4	5 „	5 „	über 60,0
Elektrizitätswerk Schlesien AG., Breslau	188,5	166,5	0 „	5 „	St.-A.43,0 V.-A.100,0
Schlesische Elektrizitäts- u. Gas AG., Gleiwitz a)	280,1	280,5	8 „	8 „	16,5
Amperwerke Elektrizitäts-AG., München	b) 58,8	b) 57,1	7 „	7 „	50,4
Elektrizitätsw. Westerwald AG., Marienberg	30,4	27,1	0 „	0 „	47,7
AG. Kraftwerk Laufenburg, Laufenburg a. Rh.	367,4	389,5	10 „	10 „	6,6
Berliner Kraft- u. Licht AG., Berlin	1213,5	1068,0	10 „	10 „	6,3
Koblenzer Straßenbahn-Ges., Koblenz	19,9	18,0	5 „	5 „	97,5
2. Ausland:					
Comp. Hispano-Americana de Electricidad (Chade), Madrid	712,3	787,4	12 „	10 „	0,6
Compagnies Réunies Gaz et Electricité, Lissabon	47,5	50,6	2,04RM	1,82RM	1,8
Transports, Electricité et Gas, Brüssel	62,0	70,0	5,51 „	5,51 „	c) 8,1
Soc. Intern. d'Energie Hydro-Electrique (Sidro), Brüssel d)	1049,9	1068,5	1,74 „	1,74 „	St.-A. 1,8 V.-A. 1,6
AG. für elektrische u. Verkehrsunternehmungen, Budapest	55,4	53,6	6 %	6 %	33,0

Weitere Beteiligungen sind:

	Höhe der Beteiligung
Typograph G. m. b. H., Berlin	94,0 %
Norddeutsche Kabelwerke AG., Berlin	54,1 %
Vereinigte Isolatorenwerke AG., Berlin, St.-A.	38,2 %
V.-A.	50,0 %
Gas- u. Elektrizitäts-Versorgungs-Ges., Singen G. m. b. H., Singen/Hohentwiel	50,0 %

und Ostkraftwerk AG., Cosel (beteiligt mit 25 %), für die die Errichtung des Kraftwerkes bisher noch unterbleiben mußte.

a) Ferner in Polen-Oberschlesien: 225 446 bzw. 184 855 kWh.
b) Einschl. Oberbayerische Überland-Zentrale AG. — seit 1. VII. 1932 mit Amperwerke fusioniert. Geschäftsjahr 1930/31 bzw. 1931/32.
c) Ferner 4,7 % Beteiligung an Dividendenaktien.
d) Zahlen betreffen 1930 und 1931.

Zu III. Elektrische Licht- und Kraftanlagen AG.

Anmerkungen:

6 Geschäftsjahr 1930/31 bzw. 1931/32 (30. VI.).

Beteiligungen 1931/32 (30. VI.)

	Stromabgabe Mill kWh		Dividende in %	
	1930	1931	1930	1931
a) Elektrizitätswerke:				
Elektrizitätswerk Zell im Wiesental AG., Zell i. W. a)	.	.	0	0
Saale Elektrizitätsw. G. m. b. H., Saalfeld	2,5	2,7	11	9
Jenaer Elektrizitätswerke AG., Jena	0,5	0,7	12	10
Thüringer Elektr.-Lief.-Ges. AG., Gotha	64,6	53,4	7	5
Bayerische Elektrizitäts-Werke in München	3,3	3,6	6	6
Elektrizitätsw. Zoppot AG., Zoppot a)	.	.	11	.
b) Bahnen:				
Elektrizitätsw. u. Straßenbahn AG., Landsberg/Warthe a)	.	.	12½	.
Elektrizitätsw. u. Straßenbahn AG., Stralsund a)	.	.	9	.
Große Kasseler Straßenbahn AG., Kassel a)	.	.	3	.

Weitere Beteiligungen sind: Elektrizitätswerk Südwest AG., Berlin; Gesellschaft für Elektrizitätsanlagen m. b. H., Berlin; AG. für Gas- und Elektrizität Köln, Berlin; Gesellschaft für Elektrizitätswerke, Glarus; Fabrikationsgesellschaften: R. Stock & Co., Spiralbohrer-, Werkzeug- u. Maschinenfabrik AG., Berlin; Deutsche Telephonwerke u. Kabelindustrie AG., Berlin.

a) Geschäftsjahr 1930/31 bzw. 1931/32.

Zu IV. Elektrizitäts-AG. vorm. Schuckert & Co.

Anmerkungen:

7 Geschäftsjahr 1931/32 bzw. 1932/33 (31. III.).
8 Davon eigene Aktien 2 957 950 RM (nom. 5 915 900 RM).
9 Interimskonto.
10 Posten ist nicht aufgeteilt.

Hauptbeteiligungen 1932/33 (31. III.)

a) Elektrizitätswerke	Stromabgabe Mill kWh		Dividende in %	
	1931	1932	1931	1932
Bergische Elektrizitäts-Vers. G. m. b. H., Wuppertal-Elberfeld	58,3	53,8	10	10
Hamburg. Elektrizitäts-Werke AG., Hamburg a)	389,2	354,0	10	8½
Großkraftwerk Franken AG., Nürnberg	181,0	163,0	6	.
Kraftwerk Thüringen AG., Gispersleben a)	19,0	16,2	9½	8½
Thüringische Elektrizitäts- u. Gaswerke AG., Apolda a)	4,7	.	8½	7½
Fränkisches Überlandwerk AG., Nürnberg	39,7	39,5	6	.
Elektrizitätswerk Südwest AG., Berlin	80,5	77,4	6	6

b) Bahnen	beförd. Pers. in Mill		Dividende in %	
	1931	1932	1931	1932
Schwebebahn Vohwinkel-Elberfeld-Barmen	14,9	12,3	4	.
Bergische Kleinbahnen AG. b)	11,3	9,1	—	—
Elektr. Straßenbahn Barmen-Elberfeld b)	10,2	8,7	9	9

Weitere Beteiligungen sind: Siemens-Schuckertwerke AG., Berlin (Höhe der Beteiligung: 60 000 000 RM); Elektra AG., Dresden; Noris Zündlicht AG., Nürnberg; Rheinische Elektrizitäts AG., Mannheim.

a) Geschäftsjahr 1930/31 bzw. 1931/32. b) In Wuppertal-Elberfeld. *wt.*

Abschluß des Heftes: 24. November 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

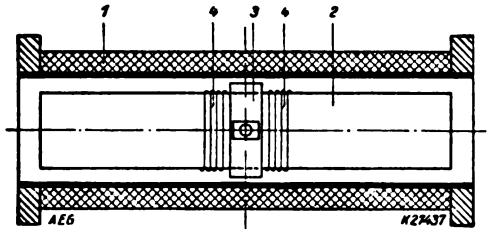
Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Neues Eisenblech-Prüfgerät.

Mitteilung der AEG.

Das neu entwickelte Eisenblech-Prüfgerät der AEG ist bestimmt zur Messung der magnetischen Eigenschaften von Blechen, wie sie beim Bau elektrischer Maschinen und Geräte Verwendung finden; es können mit ihm sowohl die Magnetisierungskennlinie bei Gleichstrom als auch die Verlustziffer bei Wechselstrom festgestellt werden. Letztgenannte ist mit einfachsten Mitteln innerhalb weniger Minuten zu messen. Aber auch bei Gleichstrom lassen sich laufende Werkstoffprüfungen schnell durchführen, besonders dann, wenn eine der charakteristischen magnetischen Größen, beispielsweise die Remanenz oder die Koerzitivkraft, zur Kennzeichnung der Probe ausreichend ist. Das neue Meßverfahren unterscheidet sich von den bisher in Laboratorium und Betrieb verwandten dadurch, daß für die Messung nur ganz geringe Werkstoffmengen



1 = Magnetisierungspule,
2 = Zu untersuchender Blechstreifen,
3 = Meßsystem.
4 = Induktionspulen.

Abb. 1. Aufbau des Gerätes.

— etwa 50 ... 100 g — erforderlich sind. Dieser Gesichtspunkt ist besonders wichtig für die legierungstechnische Entwicklung hochwertiger und teurer Bleche, wie sie für manche Stromwandler, Transformatoren und Drosselspulen verwandt werden. Die Schnelligkeit, mit der die Messungen durchgeführt werden können, ermöglicht es, neue Legierungen während der Entwicklung fortlaufend zu prüfen, sowie die Gleichförmigkeit der Herstellung und der Lieferung von Blechen dauernd zu überwachen. Da magnetische Induktionen bis herunter zu 5 Maxwell und kleinste Feldstärken gemessen werden können, läßt sich auch der durch den Begriff der Anfangspermeabilität gekennzeichnete Teil der Magnetisierungskennlinie weitgehend untersuchen.

Der Aufbau des Eisenblech-Prüfgerätes ist in Abb. 1 schematisch dargestellt. Das eigentliche Meßsystem 3 ist eine fadenaufgehängte, auf Glimmer gewickelte Drehspule, deren Drehwinkel durch Spiegel und Fernrohr oder Lichtzeiger abgelesen wird. Unter der Magnetisierungsspule 1 liegt noch eine Spule zum Ausgleich des Erdfeldes. Das Probeblech 2 wird von der Seite her eingeschoben.

Bei Gleichstrommessungen wird ein Strom durch die Magnetisierungswicklung 1 geschickt, wodurch in dem Probeblech und in dem dieses umgebenden Luftraum ein magnetisches Feld entsteht. Es können Feldstärken bis zu 400 Oersted erzeugt werden. Beschickt man das Meßsystem mit einem unveränderlichen Gleichstrom, so ergibt sich eine Drehung des Meßsystems, die proportional ist der an dieser Stelle herrschenden Feldstärke. Diese kann der im Eisen wirksamen Feldstärke gleichgesetzt werden, da an der Grenzschicht zwischen Luft und Eisen der Übergang der Feldstärke stetig ist. Die Messung der Induktion erfolgt, wie auch sonst üblich, mit Hilfe eines ballistischen Galvanometers durch sprunghafte Änderung oder Kommutierung des Magnetisierungstromes. Weiterhin kann auch eine Kommutierung des Systemstromes vorgenommen werden, um die Kontrolle des Nullpunktes überflüssig zu machen.

Zur Bestimmung der Verlustziffer wird die Magnetisierungspule mit Wechselstrom erregt. Das Meßsystem 3 wird mit einer der Induktionspulen 4 verbunden; es stellt gewissermaßen die bewegliche Spule eines Dynamometers dar, dessen feste Spule durch die Magnetisierungswicklung 1 gegeben ist. Es kann sich nur dann ein Drehmoment ausbilden, wenn in dem Probeblech Verluste entstehen. Dann ist der Ausschlag des Systems direkt proportional der Verlustziffer. Die Messung der größten Induktion erfolgt unter Verwendung eines besonderen Flußmessers, der die Messung von der Kurvenform der angelegten Wechselspannung unabhängig macht. Der Flußmesser ist ein Drehspul-Galvanometer, das über einen neuartigen Gleichrichter an eine der Induktionspulen 4 angeschlossen wird.

Bei der zweckmäßigen vollständigen Meßanordnung für Eisenblechprüfungen (Abb. 2) steht das Prüfgerät auf einem besonderen Bock. Der Systemausschlag wird an einem Lichtzeiger abgelesen. Die Skala befindet sich auf dem Meßtisch, auf dem sämtliche

Abb. 2.
Gesamtmeßanordnung für Eisenblechprüfungen.

Zubehörteile, wie Regelwiderstände, Instrumente und Schalter übersichtlich angeordnet sind. Die Einstellung und Ablesung aller Meßwerte kann von einem Platz aus bequem erfolgen.

Die Meßeinrichtung läßt sich sehr vereinfachen, wenn nur die Verlustziffer, die Koerzitivkraft oder die Remanenz gemessen werden sollen, wie es zur Überwachung der Gleichförmigkeit von Werkstoffen in vielen Fällen ausreicht. Eine Reihe der vorgesehenen Zusatzgeräte wird dann überflüssig. Für den Fall, daß nur die Koerzitivkraft bestimmt werden muß, kommt man beispielsweise ohne ballistisches Galvanometer allein mit dem Eisenblechprüfgerät und einem Strommesser zur Messung des Magnetisierungstromes aus.

Digitized by Google

DURCH

FERNMESSUNG
FERNMELDUNG
FERNSTEUERUNG
FERNREGELUNG

ÜBER JEDE ENTFERNUNG

Einrichtung von Netzkommandostellen und zentralen Überwachungsanlagen • Automatisierung von Krafterzeugungs- und Verteilungsanlagen • Kostenlose Projektierung und Beratung auf Grund jahrelanger Erfahrung mit praktisch in vielen Betrieben bewährten Systemen.

ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS-GESELLSCHAFT

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 7. Dezember 1933** **Heft 49**

Zur Patentlage in der deutschen Glühlampenindustrie.

Von Dr. H. Lux, Berlin.

Übersicht. Es wird die Patentlage der deutschen Glühlampenindustrie besprochen, die nach Ablauf der Patente auf das Drahtziehverfahren und die Gasfüllung eintritt, und dargelegt, daß zur Herstellung von Qualitätsglühlampen noch eine Reihe außerhalb dieser Patente liegender wichtiger, selbst unter Patentschutz stehender Verfahren angewandt werden muß. Die ohne Anwendung dieser Verfahren hergestellten Glühlampen, insbesondere die japanischen, können deshalb in technischer Hinsicht mit der bis jetzt hergestellten Qualitätsware nicht konkurrieren. Da die gegenwärtig bestehenden Glühlampenfabriken kaum bis zu 50 % beschäftigt sind, bedingt überdies jede Neugründung von Fabriken eine Fehlleitung von Kapital.

Anläßlich des Jubiläums der Kohlenfaden-Glühlampe Edisonscher Neukonstruktion ist auch an dieser Stelle die Bedeutung der Glühlampe für die Entwicklung der Elektrotechnik eingehend gewürdigt worden[1]. Darüber hinaus muß die Glühlampe als das wichtigste Mittel der Lichttechnik bezeichnet werden, das auch für die Gesamtwirtschaft und die Kultur ein nicht zu vernachlässigender Faktor ist[2]. W. Köhler[3] schätzt den Stromverbrauch in Deutschland, der allein in den Lampen der Einheitsreihe (15 ··· 1000 W) wirksam wird, auf 1,6 Mrd kWh im Jahre, was — bei einem mittleren Strompreise von 25 Pf/kWh — einen Kostenbeitrag von rd. 400 Mill RM ausmacht. Rechnet man noch den Stromverbrauch für die hauptsächlich in Gewerbebetrieben und zur Straßenbeleuchtung verwandten Glühlampen von 100 ··· 1000 W hinzu, und berücksichtigt man den Wert der jährlich verbrauchten Glühlampen selbst, so wird man die volkswirtschaftliche Bedeutung der Glühlampe mit einem jährlichen Kostenumschlage von 1 Mrd RM nicht zu hoch einschätzen.

Daß diese Summe bisher nahezu vollständig der deutschen Wirtschaft verblieb, war dadurch gegeben, daß sich die deutsche Glühlampenindustrie unter dem Schutz grundsätzlicher Patente verhältnismäßig ruhig entwickeln konnte.

Ein sehr wichtiges Schutzrecht, das Patent 269 498 auf ein Verfahren zur Herstellung von Wolframdraht ist nun am 6. X. 1933 abgelaufen, und ein zweites Patent, das sogenannte „Gasfüllungspatent" Nr. 290 932, endet am 28. VI. 1936. Damit verlieren die bisherigen deutschen Glühlampenfabriken das Monopol auf die Herstellung von Wolframdraht-Lampen, und es fragt sich, welche Rückwirkungen sich daraus auf die Gestaltung des Marktes und die technische Entwicklung ergeben werden.

Die wichtigste Frage ist zunächst die nach der Qualitätsgestaltung der Glühlampe. Durch Freiwerden des Drahtpatentes, das sich auf die Herstellung von reinem Wolframdraht aus vorgesinterten Stäben pulverförmigen Materials durch wiederholte andauernde mechanische Bearbeitung bezieht, können praktisch nur luftleere Lampen hergestellt werden, und zwar unter Zugrundelegung des Standes der Technik vom Oktober 1910, während den führenden Werken alle die seitdem gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse zur Verfügung stehen, die selbst wieder patentrechtlich geschützt sind. Sieht man von den Schutzrechten ab, die in fabrikatorischer Hinsicht von Wichtigkeit sind, wie z. B. die Art der Getterung, die Ausführung des Entlüftungsrohres bei spitzenlosen Glühlampen, die Innenmattierung u. a. m., so kommen vor allem diejenigen Schutzrechte in Betracht, die sich auf die gerade durch die Drahtlampe gewonnenen metallurgischen Erkenntnisse stützen. Die in Frage kommenden Probleme hat zwar bereits H. Alterthum vor einigen Jahren an dieser Stelle behandelt[4], sie müssen aber jetzt auch noch unter Berücksichtigung der bestehenden Patente betrachtet werden. Hierbei ist von der bekannten Tatsache auszugehen, daß der in der Glühlampe hoch temperaturbelastete reine Metalldraht während der Brenndauer eine Reihe von Form- und Strukturveränderungen erleidet, die sich in der Glühlampe recht lästig auswirken.

Die Formveränderung äußert sich hauptsächlich in dem Durchhängen des Leuchtkörpers, das besonders bei den gasgefüllten Lampen die Lichtausbeute verschlechtert.

Die Strukturveränderung des Drahtmaterials, die in der Rekristallisation des gezogenen Drahtes ihren Grund hat, bedingt das Brüchigwerden des Drahtes und dessen geringe Stoßfestigkeit[5]. Diese beiden unangenehmen, für den gezogenen reinen Wolframdraht aber unvermeidlichen Eigenschaften hat man durch die Beimischung von Thoriumoxyd zu dem Sintermaterial, dem pulverförmigen Wolfram, zu beseitigen versucht. Die Rekristallisation des faserförmigen Drahtes wird durch die Beimischung von Thoriumoxyd zwar nicht aufgehoben, aber doch immerhin zurückgedrängt, so daß die Stoßfestigkeit des Leuchtkörpers auch nach langer Brenndauer schon erheblich größer ist als bei reinem Wolframdraht. Die Vorgänge beim Zusammenwirken von Thoriumoxyd und Wolfram sind zwar noch nicht völlig geklärt, sie scheinen aber von gleicher Art zu sein, wie sie bei der später zu besprechenden Beimischung von Alkalisilikaten zum Ausgangsmaterial auftreten. Es wird nämlich hierdurch beim Ziehen des Drahtes die Bildung von Kristallen gefördert und zugleich wird bei der Rekristallisation die gerade bei Wolfram leicht eintretende Ausbildung glatter Korngrenzen gestört. Verlaufen aber die Korngrenzen nicht glatt, sondern verzahnt oder überlappt, so daß sie einen möglichst spitzen Winkel mit der Drahtachse bilden, so entsteht ein formbeständiges Drahtgefüge von großer und dauernder Festigkeit. Der Weg hierzu führte chronologisch über den Einkristall.

Ursprünglich diente als Ausgangsmaterial zur Herstellung von Einkristallen gepastetes Wolframpulver (das sogenannte Pintsch-Verfahren). Dieses Verfahren ist aber nur für kürzere Drahtlängen wirtschaftlich, weil bei größeren Drahtlängen das Auftreten mehrerer Einzelkristalle, die mit glatten Korngrenzen senkrecht zur Drahtachse aneinanderstoßen, Brüche unvermeidlich macht. Aus diesem Grunde werden in bevorzugter Weise diejenigen Drahtziehverfahren angewandt, die einen Draht liefern, bei dem die einzelnen Kristalle mit überlappten Enden aneinanderstoßen und außerdem parallel so aufeinandergestapelt sind — ähnlich wie es bei Pflanzenfasern der Fall ist —, daß die einzelnen Kristallenden im Draht gegeneinander versetzt sind. Da der Draht also bereits aus langen Einzelkristallen zusammengesetzt ist, kann ein Zerfall in kurze, glatte aneinanderstoßende Kriställchen, wie er sich bei der Rekristallisation des gewöhnlichen gezogenen Drahtes vollzieht, nicht mehr stattfinden.

[1] ETZ 1929, S. 1049, 1101, 1664, 1708.
[2] Teichmüller, ETZ 1928, S. 493.
[3] Licht u. Lampe Bd. 22, S. 465 (1933).
[4] ETZ 1929, S. 1723; vgl. auch Physik. Z. Bd. 32, S. 305 (1931).
[5] Handbuch der Physik v. Geiger u. Scheel, Berlin 1928, Bd. 19, S. 362.

Digitized by Google

Das zur Herstellung dieses „Stapeldrahtes" dienende Verfahren geht von einem gewöhnliche Faserstruktur aufweisenden Draht aus und besteht im wesentlichen darin, daß der gezogene Draht zunächst auf die Temperatur des beginnenden Zerfalls der Fasern gebracht und dann so hoch erhitzt wird, daß die entstandenen Zerfallprodukte sich zu neuen Kristallen vereinigen.

Das genannte Patent ist außerordentlich weitgehend, so daß es einen verläßlichen Schutz für die Herstellung eines nicht deformierbaren und nicht der Rekristallisation unterworfenen Drahtes darstellt. Überdies ist die Verarbeitung des Ausgangsmaterials noch durch weitere selbständige Patente geschützt.

In dem Wall von Schutzrechten, der die Metallurgie eines dauernd biegsamen und nicht rekristallisierbaren Wolframdrahtes umgibt, stellen die genannten Patente nur die Hauptpfeiler dar, während noch zahlreiche andere, hier nicht besonders zu behandelnde Patente wichtige Zwischenglieder bilden.

In der großen Zahl dieser nicht erwähnten Patente nehmen diejenigen eine Sonderstellung ein, die sich auf die Vermeidung eines Übelstandes beziehen, der sich beim Wendeln fertigen Langkristall- oder Stapeldrahtes einstellen kann. Durch das Wickeln dieses Drahtes zu einer Wendel von sehr kleinem Durchmesser bewirkt die außerordentlich starke Biegung der an den Enden überlappten Kristallstücke eine beträchtliche Dehnung der außen und eine entsprechende Stauchung der innen liegenden Kristalle. Dieser Spannungszustand führt bei höheren Temperaturen zu einer Verzerrung und selbst zum Aufreißen der Wendel, was leicht die ganze Glühlampe unbrauchbar machen kann. Es wird deshalb die Bildung langer Kristalle mit großflächiger Überlappung an ihren Enden erst nach der erfolgten Wendelung des gezogenen Drahtes in der gleichen Weise bewirkt, wie es bei der Herstellung geraden oder wenig auf Biegung beanspruchten Stapeldrahts geschieht. Die einzelnen Kristalle entstehen also in solcher Form, daß keine nachträglichen Spannungen zwischen den Überlappungen der Kristallenden mehr auftreten können. Der durch dieses Patent gekennzeichnete außerordentliche technische Fortschritt erfährt durch ein Zusatzpatent seine Krönung, nach dem eine aus sich überlappenden Langkristallen spannungsfreie Doppelwendel hergestellt werden kann. Die nach diesem Verfahren gewonnenen Wendeln ermöglichen die Herstellung von Leuchtkörpern von außerordentlicher Gedrängtheit. Die Verkleinerung der für die Wärmeableitung wirksamen Oberfläche bedeutet bei gasgefüllten Lampen eine beträchtliche Erhöhung des Wirkungsgrades, weil mit der Verkleinerung der Oberfläche die durch Abstrahlung und Konvektion eintretenden Wärmeverluste vermindert werden und bei luftleeren Lampen eine starke Vereinfachung der Halterung und damit Verbilligung der Herstellung erfolgt.

In ihrer Gesamtheit stellen die besprochenen und die weiteren mit ihnen zusammenhängenden Patente den gegenwärtigen Stand der Glühlampentechnik dar. Ein Bild von den Auswirkungen dieser Sachlage haben uns die Verhältnisse auf dem amerikanischen Markte geliefert, als — nach dem Fall der grundlegenden amerikanischen Draht- und Gasfüllungspatente — die jeden Preis unterbietende japanische Glühlampe eindrang. Selbst der an Qualitätsware gewöhnte Verbraucher konnte sich der Versuchung nicht entschlagen, einmal „sehr billig" einzukaufen. Was sich daraus entwickelte, schildert W. Köhler in sehr anschaulicher Weise[7]: „Die japanische Lampe ist . . . der heutigen Qualitätslampe weit unterlegen. In vielen Fällen liegt sogar die Leistungsaufnahme der Lampen außerhalb jeder vernünftigen Toleranz der aufgestempelten Wattangabe, und das gleiche gilt für die Streuung der Lichtausbeute und Lebensdauer der Lampen. Die Lichtausbeute ist meist so gering, daß diese „billigen" Lampen selbst dann noch zu teuer wären, wenn man sie geschenkt bekäme. Trotzdem wurden nach der gleichen Quelle im Jahre 1932 mehr als 100 Mill japanischer Lampen in die V. S. Amerika eingeführt und verzollt; und in den Hauptexportländern der amerikanischen Glühlampen, in Argentinien, Mexiko, sank der Lampenimport aus den V. S. Amerika bis zu 50 % zugunsten der japanischen Lampe. Heute ist allerdings bereits wieder ein deutliches Sinken der japanischen Einfuhrmenge zu beobachten, die Qualität der amerikanischen Lampe beginnt sich also den japanischen Erzeugnissen gegenüber trotz ihres billigen Preises durchzusetzen.

Von einer analogen Erscheinung in Deutschland werden wir durch die weitsichtigen Maßnahmen der Regierung verschont bleiben. Es werden sich vielleicht neu aufkommende deutsche Glühlampenhersteller bemühen, im Rahmen des Möglichen eine Qualitätsware zu erzeugen; wenn sie aber ins Geschäft kommen wollen, müssen sie notgedrungen die gegenwärtigen Preise ganz beträchtlich unterbieten. Das bedingt aber äußerste Reduktion der Herstellungskosten. Erfahrungsgemäß wird in solchen Fällen zunächst bei der Kontrolle des Fertigfabrikats und im weiteren Verlauf auch an der Kontrolle der Zwischenfabrikate gespart. Die unausbleibliche Folge ist dann eine starke Streuung der hergestellten Glühlampen, so daß letzten Endes der billig einkaufende Verbraucher zum Leidtragenden wird[8]. So leicht kommt ihm das allerdings nicht zum Bewußtsein, denn im allgemeinen mißt er weder die Leistungsaufnahme der Glühlampen noch deren Lichtleistung; nur über die Lebensdauer führt er eine — zumeist auch noch recht oberflächliche — Kontrolle. Er sieht deshalb zunächst nur die beim Glühlampeneinkauf an jedem Stück unmittelbar eingesparten Pfennige. Daß das nur 3,5 ··· 4,5 % der gesamten Betriebskosten (Strompreis und Lampenersatz bei 1000 Brennstunden) sind, fällt ihm zunächst gar nicht auf; um so mehr ist es nötig, diese Tatsache mit besonderem Nachdruck hervorzuheben, zumal auch diese geringfügige Ersparnis nur bei normaler Lebensdauer und normaler Leistungsaufnahme zutrifft und leicht sogar in einen Verlust umschlagen kann, falls Leistung und Lebensdauer anomal ausfallen. In der bereits zitierten Arbeit von Köhler sind Diagramme und Zahlenmaterial gegeben, aus denen der Anteil des Lampenpreises an den Gesamtkosten bei den verschiedenen Strompreisen leicht zu entnehmen sind. Dort ist auch des näheren ausgeführt, wie verheerend sich eine Schleuderkonkurrenz besonders in den kleinen Glühlampen (Taschen-, Christbaum-, Fahrradlampen usw.) bei den zahlreichen kleinen und kleinsten Herstellern dieser Lampen, die besonders in Thüringen ansässig sind, auswirken müßte. Ziel der deutschen Glühlampenindustrie wird es sein, diese thüringischen Fabrikanten in der Vertriebsleistung ihrer Erzeugnisse zu unterstützen, um den Lebensstandard der von ihnen beschäftigten Arbeiter zu heben. Die notwendigen Schritte hierzu sind unter Zurückstellung aller eigennützigen Interessen erfreulicherweise bereits getan. So ist zu erwarten, daß die bestehende deutsche Glühlampenindustrie ihren Arbeitsraum nicht nur voll erhalten kann, sondern die Ausnutzung ihrer Werkanlagen im Laufe der nächsten Jahre wird steigern können. Voraussetzung hierfür ist allerdings, daß sie vor Erschütterungen des inländischen Marktes durch unwirtschaftliche Neugründungen bewahrt bleibt. Denn jede neue Glühlampenfabrik in Deutschland muß die vorhandenen Werkanlagen, also das Anlagekapital, das doch einen Teil des Volksvermögens darstellt, weiter entwerten. Der Bau eines neuen Werkes bedeutet, da die bestehenden nur bis 50 % ausgenutzt sind, eine Fehlleitung von Kapital und Entwertung von altem Anlagekapital, ohne daß dadurch der Arbeitsraum des deutschen Arbeiters irgendwie erweitert wird.

[7] Vgl. W. Köhler, wie Fußnote 3.

[8] H. Bertling, Licht u. Lampe Bd. 22, S. 997 (1933): „Teure und billige Glühlampen, eine wichtige volkswirtschaftliche Frage" und S. 512: „Die Entwicklung der deutschen Glühlampenpreise".

Anzapfbare, schlagwettersichere Trockentransformatoren für Abbaubeleuchtung.

In elektrisierten Abbaubetrieben hat man mit hohen und oft wechselnden Spannungsabfällen in der Leitung zu rechnen, zumal es sich um Antriebe verschiedener Art und ein weit verzweigtes Niederspannungsnetz handelt. Hierunter litt am meisten die Abbaubeleuchtung, die ohnehin bei Anwendung einer Signalschaltung und bei der Spannung von 115 V erhebliche Verluste mit sich bringt. Auf der Zeche Minister Stein bei Dortmund wurde die Lösung in anzapfbaren, schlagwettersicheren Lichttransformatoren gefunden[1], welche die SSW mit 3 Primäranzapfungen von 209 ··· 231 V und 4 Sekundäranzapfungen von 128 ··· 155 V erstmalig ausführten. Vor dem Einbau des Transformators läßt sich die erforderliche Anzapfung für jede Leitungs- und Streblänge leicht aus eigens für den Zweck aufgestellten Kurven entnehmen. Die angestellten Versuche waren erfolgreich. *Sgm.*

[1] Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1932, S. 43.

Digitized by Google

Die Nutzbremsung von Straßen- und Schnellbahnen, II. Teil*.

Von Dr. K. Töfflinger, Berlin.

Übersicht. Seit dem Abschluß der unter gleicher Überschrift 1932, S. 451 u. 479, hier erschienenen Arbeit ließ die der Nutzbremsung gewidmete Aufmerksamkeit nicht nach. Während das Ausland noch überwiegend mit Verbundmotoren arbeitet, sind in Deutschland die Schaltungen mit besonderer Erregerstromquelle bereits in den Vordergrund getreten und dürften nach den neueren Erfahrungen noch weiter vereinfacht werden. So konnten die Siemens-Schuckertwerke eine neue Schaltung entwickeln, die ohne jeden Selbstschalter auskommt, und bei der statt eines rotierenden Erregerumformers auch eine Batterie benutzt werden kann. Da die Batterie ohne zusätzliche Stromkosten stets in gutem Ladezustand bleibt, kann sie auch andere Stromkreise, z. B. Notbeleuchtung, versorgen, und vor allem läßt sich nun die gewöhnliche, sich selbst erregende Widerstandsbremse durch eine fremderregte ersetzen. Dadurch wird der Fahrschalter vereinfacht und die Bedienung erleichtert.

1. Weitere Versuche und Erfahrungen.

Nutzbremsschaltungen mit besonderer Erregermaschine wurden 1932 auch bei den Straßenbahnen Frankfurt a. M.[1] und Saarbrücken[2] erprobt. Frankfurt wählte bis auf eine andere Ausführung des Fahrschalters die gleiche Anordnung wie Hannover, für die sich inzwischen die Bezeichnung „Summenschaltung" eingebürgert hat, da bei ihr die Summe von Anker- und Erregerstrom durch die Erregermaschine fließt[3]. Saarbrücken benutzte die Differenzschaltung[4].

Die Stromersparnis war, wie zu erwarten, etwa ebenso groß wie in Hannover. Das Wichtigste war jedoch die gründliche Bestätigung der Vermutung, daß sich durch genügend steile Lage der I/V- oder M/V-Kennlinien die vom Straßenbahnbetrieb geforderte Unempfindlichkeit gegen rücksichtsloses Schalten, Spannungschwankungen usw. bequem erreichen läßt. Die Einführung besonderer Spannungsrelais war daher nirgends notwendig, und Saarbrücken konnte sogar, trotz eines bemerkenswerten Gefälles, mit einer einzigen Nutzbremsstufe auskommen.

So war nachgewiesen, daß sich wenigstens für die in einigermaßen ebenem Gelände verlaufenden Straßen- und Schnellbahnen Nutzbremsschaltungen entwickeln lassen, die überhaupt keinen Selbstschalter enthalten und damit das Höchstmaß von Betriebsicherheit versprechen[5]. Das gilt allerdings nur für die Summenschaltung, denn die Differenzschaltung bedingt immer einen Selbstschalter, weil die Feldwicklung bei ihr für Rückwärtsfahrt gepolt ist, so daß bei ausbleibender Erregung heftige, die Vorgelege gefährdende Stromstöße („Kontern") möglich sind.

Auch die Nutzbremsschaltungen mit Verbundmotoren, also ohne Erregermaschinen, fanden weitere Anwendung in England und Frankreich. Wegen des schwierigen Übergangs zwischen Reihen- und Parallelfahrt scheint sich immer mehr die in Nürnberg schon vor Jahren von Schwend getroffene und zu hoher Vollkommenheit entwickelte Anordnung durchzusetzen, bei der die Motoren während der Fahrt vorzugsweise als Hauptstrom-, beim Bremsen als Verbundmaschinen arbeiten. Mit dieser Anordnung wurden z. B. auch 1932 die Versuche in Hamburg durchgeführt.

2. Entwicklung der neuen Schaltung.

Da bei der jetzigen Wirtschaftslage neue Fahrzeuge selten gebaut werden, kann die Einführung der Nutzbremsung im allgemeinen nur durch Umbau vorhandener Ausrüstungen erfolgen. Der nachträgliche Einbau von Nebenschlußwicklungen ist bei neuzeitlichen Motoren wegen des Platzmangels stets schwierig, mitunter unmöglich. Deshalb erscheinen die Schaltungen mit Erregermaschine, die keine Motoränderung bedingen, heute besonders vorteilhaft.

Man kann die Erregermaschine nur entweder in Reihe oder parallel zur Feldwicklung legen, und die letztere nur entweder für Vorwärts- oder Rückwärtsfahrt polen. Es gibt daher nur 4 verschiedene Schaltungsarten, von denen eine ganz ungünstig ist, so daß außer Summen- und Differenzschaltung nur noch eine einzige in Betracht kommt: Sie ist gekennzeichnet durch die mit der Erregermaschine in Reihe liegende und für Vorwärtsfahrt gepolte Feldwicklung, Abb. 1. Sie bedingt keinen Selbstschalter und eine nur kleine Erregermaschine, ist daher grundsätzlich der Summen- und der Differenzschaltung überlegen. Deshalb befaßten sich die Siemens-Schuckertwerke mit der Aufgabe, diese Schaltungsart weiter zu entwickeln und den besonderen Bedingungen der Straßen- und Schnellbahn-Nutzbremsung anzupassen.

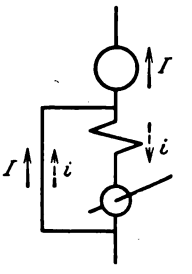


Abb. 1. Erregermaschine in Reihe mit der für Vorwärtsfahrt gepolten Erregerwicklung.

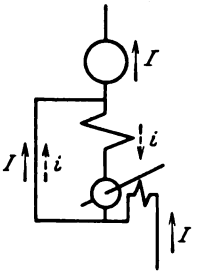


Abb. 2. Nutzbremsschaltung wie Abb. 1, jedoch mit vom Ankerstrom I abhängiger Erregermaschinenspannung.

3. Anpassung an die Sonderbedingungen der Straßen- und Schnellbahn-Nutzbremsung.

Bei der einfachsten Form dieser Schaltungsart, Abb. 1, bleibt der Ankerstrom I ohne Einfluß auf den Erregerstrom i. Die Maschine arbeitet also wie ein Nebenschlußgenerator und ist daher für den vorliegenden Zweck unbrauchbar, solange wegen des Wirkungsgrades auf große Stabilisierungswiderstände verzichtet werden muß. Der gewünschte Kennlinienverlauf ist jedoch leicht erreichbar, wenn man den Umformer mit vom Ankerstrom durchflossenen Zusatz-Feldwicklungen versieht, z. B. Abb. 2.

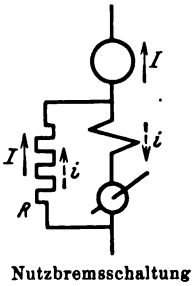


Abb. 3. Nutzbremsschaltung mit Erregermaschine konstanter Spannung und Parallelwiderstand R.

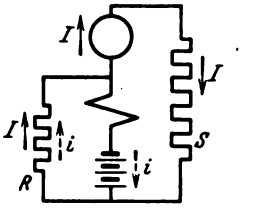


Abb. 4. Fremderregte Widerstandsbremse mit Parallelwiderstand.

Bei der Schaltung Abb. 3 ruft der Ankerstrom in dem parallel zu Erregermaschine und Feldwicklung liegenden Widerstand R einen Spannungsabfall hervor, der den Erregerstrom mindert. Gegenüber Abb. 2 kann der Erregersatz für konstante Spannung, also leichter, billiger und für besseren Wirkungsgrad gebaut werden, z. B. als Einankermaschine. Der Verlust im Parallelwiderstand läßt sich durch richtige Wahl der Erregerspannung so niedrig halten, daß er ohne merklichen Einfluß auf die Größe des Rückgewinns bleibt. Daß die Reihenschaltung der Erregermaschine mit der Feldwicklung oft einen Fahrschalterkontakt mehr als die Summen- oder Differenzschaltung bedingt, wird durch den Fortfall des Selbstschalters und das geringere Gewicht des Umformers stets mehr als ausgeglichen.

4. Schaltung mit Parallelwiderstand und Batterie.

Ganz erheblich wird die Bremsausrüstung durch Verwendung einer Batterie als Erregerstromquelle vereinfacht. Für den Straßenbahnbetrieb ist das Laden dieser

* Fortsetzung von ETZ 1932, S. 451/453 und 479/483.
[1] Verkehrstechn. 1932, S. 319.
[2] Verkehrstechn. 1932, S. 609 und 1933, S. 220.
[3] ETZ 1932, S. 480, Abb. 9.
[4] ETZ 1932, S. 480, Abb. 10.
[5] ETZ 1932, S. 482, 2. Spalte, oben.

Digitized by Google

Batterie außerhalb des Fahrdienstes zu umständlich. Laden vom Fahrdraht aus über Vorschaltwiderstände kostet oft mehr Strom, als der Rückgewinn beträgt, und ein Ladeumformer ist nicht viel billiger als ein Erregerumformer. Benutzt man jedoch die Batterie auf etwa der Hälfte des Anfahrstufen als Teil des Anfahrwiderstandes, so erhält man im gewöhnlichen Straßenbahnbetrieb eine ausreichende Ladung, die noch dazu „kostenlos" ist, da die Ladearbeit sonst nutzlos im Anfahrwiderstand vernichtet worden wäre.

Der Bleisammler ist für diese Art der Ladung ungeeignet. Die Stahlbatterie dagegen ist auf große Ladestromstöße unempfindlich und leidet auch nicht durch dauerndes Überladen. Sie wird daher verhältnismäßig klein und billig und verlangt weder Laderelais noch andere Überwachungseinrichtungen. Ihre Wartung besteht nur darin, daß etwa alle vier Wochen Wasser nachgefüllt und alle Jahre einmal der Elektrolyt erneuert wird. Die Lebensdauer ist bekanntlich sehr groß.

Im Vergleich mit den anderen Nutzbremsschaltungen gewährleistet diese Art der Ladung einen höheren Wirkungsgrad, da die Erregerarbeit nicht zusätzlich dem Netz entnommen wird. Oft wird als großer Vorteil empfunden, daß die Batterie eine vom Fahrdraht unabhängige Niederspannungsquelle darstellt, die für Nebenzwecke, wie Notbeleuchtung, Signallampen usw., verwendbar ist.

Da nichts im Wege steht, sämtliche Widerstands-Anfahrstufen zum Laden zu benutzen, reicht diese Anordnung auch dann noch aus, wenn gelegentlich Gefällebremsung vorkommt. Liegt jedoch ein großer Teil der Strecke im Gefälle, so ist das Nachladen der Batterie nicht mehr zu vermeiden.

5. Fahrzeugausrüstungen für Nutzbremsung.

Für den einfachsten und gleichzeitig wirtschaftlich wichtigsten Fall, nämlich den gewöhnlichen Straßenbahnbetrieb auf vorzugsweise ebenen Strecken, besteht die gesamte, zusätzlich für die Nutzbremsung erforderliche Einrichtung nur noch aus der Erregerbatterie (oder dem Umformer), dem Parallelwiderstand und den Fahrschalterkontakten, von denen einer eine mechanische Sperreinrichtung erhalten muß, damit beim Zurückdrehen der Fahrschalterkurbel von der letzten Bremsstufe in die Nullstellung die Nutzbremsschaltung nicht hergestellt wird[6]. Man könnte sogar den Parallelwiderstand sparen und an seiner Stelle einen passenden Teil des Anfahrwiderstandes benutzen, aber die dazu erforderliche Umschaltung kostet mehr als die billigen und leichten Widerstände.

Da bei richtigem Kennlinienverlauf eine einzige Nutzbremsstufe für den gewöhnlichen Betrieb völlig ausreicht, wird im allgemeinen nur die erste Widerstandsbremsstufe in die Nutzbremsstufe umzuwandeln sein. Dann bleibt auch die Bedienungsweise der Bremse fast unverändert. Nur für Gefällebremsung dürften mehrere Nutzbremsstufen erforderlich sein. Sie sind durch Ändern der Erregerspannung oder des Parallelwiderstandes leicht herzustellen.

Von der Widerstandsbremse her sind die Fahrer an sofortiges Weiterschalten gewöhnt, wenn die Bremswirkung nachläßt. Deshalb erwies sich bisher eine selbsttätige Umschaltung von Nutzbremsung auf eine andere Bremsart als überflüssig, mag aber bei Schnellbahnen eher notwendig sein. Soll das Umschalten stets stoßfrei erfolgen, so muß die vom Fahrdraht unabhängige Bremsart in weitem Geschwindigkeitsbereich die gleichen Bremskräfte wie die Nutzbremsung liefern. Ist eine Erregerbatterie vorhanden, so ist hierzu nur an Stelle des Netzes ein entsprechend bemessener Widerstand S (Abb. 4) zu legen, der auch durch den Anfahrwiderstand darstellbar ist. Der Umschalter wird denkbar einfach.

Schließlich gestattet die Erregerbatterie auch den Ersatz der gewöhnlichen Widerstandsbremse durch eine fremderregte: Hierzu sind in Abb. 4 nur der Parallelwiderstand R völlig und S stufenweise kurzzuschließen. Vorteil dieser Bremsart ist die geringere Abhängigkeit der Bremskraft von der Geschwindigkeit, die eine Verringerung der Bremsstufen etwa im Verhältnis 5 : 3 ermöglicht, und die Wirksamkeit für beide Fahrtrichtungen. Die Fahrschalter werden dadurch erheblich vereinfacht, und ihre Bedienung ist leichter.

6. Versuche und Erfahrungen.

Die neue Schaltungsart wurde von der Straßenbahn Breslau erprobt. Die gesamte Nutzbremseinrichtung besteht nur aus einer von der Deutschen Edison-Co. zur Verfügung gestellten Stahlbatterie, den Parallelwiderständen und den zusätzlichen Kontakten im Fahrschalter mit der mechanischen Verriegelung, für die von der Straßenbahn selbst eine besonders glückliche Lösung gefunden und ausgeführt wurde. Relais sind nicht vorhanden.

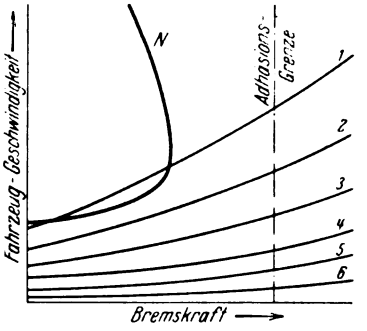


Abb. 5. M/V-Kennlinien der Nutz- (N) und Widerstands- ($1 \cdots 6$) Bremsstufen eines Straßenbahnwagens.

Diese Schaltung arbeitete vom ersten Augenblick an einwandfrei und steht seit Ende Februar 1933 im regelmäßigen Betrieb. Die gewählte Abstufung der Bremskräfte (vgl. Abb. 5) bewährte sich. Schwankungen der Fahrdrahtspannung machen sich an der Bremskraft nicht bemerkbar. Die Bremsung setzt stoßfrei ein, da der Parallelwiderstand dämpfend wirkt. Über weitere Einzelheiten der Ausrüstung und Versuchsergebnisse wird die Straßenbahn Breslau noch eingehend berichten.

Da die Ausrüstung schon in dieser einfachen Form sehr weitgehenden Ansprüchen genügt, dürfte auch in schwierigeren Betrieben die Anwendung der oben erwähnten zusätzlichen Einrichtungen oft überflüssig sein. Die ganze Schaltung zeichnet sich daher gegenüber den anderen, bisher im Straßenbahnbetrieb erprobten Nutzbremsanordnungen durch ein sehr günstiges Verhältnis zwischen Anschaffungskosten und Stromersparnis aus.

[6] ETZ 1932, S. 482, 2. Spalte, oben.

Der Stand der Elektrizitätsversorgung der UdSSR. im Jahre 1932.

Von Dipl.-Ing. **P. Gurewitsch**, Zürich, und Dipl.-Ing. **K. v. Pohl**, z. Z. Berlin.

(Schluß v. S. 1170.)

III. Die Entwicklung der Wasserkraftwerke.

Wie ersichtlich spielte im Jahre 1932 in der Energieerzeugung der UdSSR. die Wasserkraft mit rd. 8,5 % nur eine untergeordnete Rolle, obwohl hinsichtlich der verfügbaren Wasserkräfte die Sowjetunion an einer der ersten Stellen steht (mit 25,5 Mill PS in Europa und 117,2 Mill im asiatischen Teil). Erst im Jahre 1933 wird die Energieerzeugung des Dnjepr-Kraftwerkes den Anteil der Wasserkraftanlagen bedeutend erhöhen. Bis Oktober 1932 hat jedoch dieses Werk nur rd. 50 Mill kWh geliefert. Auch die bis Ende 1932 installierten 5 Turbinen arbeiteten Anfang 1933 nur mit einem Gefälle von 28 m und leisteten rd. 40 000 kW. Erst nach der Einsetzung des Stoney-Schützen kann der Dnjepr bis zur geplanten Spiegelhöhe von 51,2 m gestaut werden, wonach die Turbinen bei einem Gefälle von 37 m 62 000 kW leisten werden. Da jedoch die Abnehmerwerke des Dnjeprkombinates noch nicht fertig sind und erst allmählich den Betrieb aufnehmen, wird erst im Jahre 1934 die bei voller Leistung des Werkes erreichbare Energieerzeugung von 2½ Mrd kWh in der Energiebilanz des Landes voll zum Ausdruck kommen.

Ende 1932 waren außer dem Dnjepr-Kraftwerk, dessen Beschreibung die ETZ bereits gebracht hat[14], nur 3 größere Wasserkraftwerke in Betrieb:

a) das 1926 fertiggestellte, in der ETZ ausführlich besprochene Überlandwerk Wolchow (58 000 kW) bei Leningrad[15];

[14] Vgl. ETZ 1932, S. 741.
[15] Vgl. ETZ 1928 S. 1144.

Digitized by Google

b) das Überlandwerk Semo-Awtschaly an der Kura bei Tiflis (Transkaukasien)[16], das in erster Ausbaufolge 13 000 kW (4 Francis-Turbinen zu 4500 PS) besitzt und gegenwärtig durch die Neuaufstellung von 2 Kaplan-Turbinen zu 16 500 PS bis zur planmäßig vorgesehenen Volleistung von 38 000 kW erweitert wird. Der Fluß Kura (Q_{max} 1100 m³/s, Q_{min} 35 m³/s) wird durch ein Schützenwehr (vgl. Abb. 4) aufgestaut, wodurch eine Tagesregu-

Abb. 4. Die Wehranlage des Wasserkraftwerkes Semo-Awtschaly bei Tiflis (Transkaukasien).

lierung erzielt wird. Durch einen 3,2 km langen Oberwasserkanal gelangt das Wasser zum Krafthaus, wo das Nutzgefälle 20 m beträgt. Das Wehr und der Oberwasserkanal wurden unter Mitwirkung der Siemens Bauunion von vornherein für die volle Leistung erbaut, so daß die Erweiterungsarbeiten nur auf das Krafthaus beschränkt werden können.

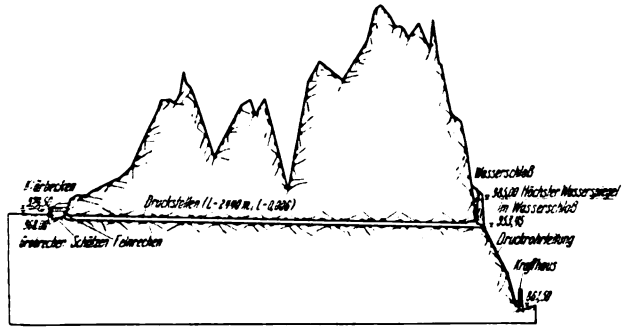


Abb. 5. Schematische Darstellung der Wasserkraftanlage Dsoraget.

c) das Überlandwerk Dsoraget am gleichnamigen Fluß in Armenien, dessen erstes Aggregat (7500 kW) im November 1932 in Betrieb genommen wurde[17]. Das Schema dieser ersten Hochdruckanlage der UdSSR. ist aus Abb. 5 ersichtlich. Der Fluß Dsoraget ($Q_{mittl.} = 35$ m³/s, $Q_{max} = 750$ m³/s) wird durch ein Walzenwehr (lichte Weite $L = 23$ m, Stauhöhe $h = 6{,}5$ m) aufgestaut und über ein zweiteiliges Klärbecken in den 2,44 km langen Druckstollen geleitet, an den sich die 205 m lange 4strängige Druckrohrleitung (1,6 m Dmr.) anschließt. Das mittlere Nutzgefälle beträgt 105 m, die Gesamtleistung der Anlage 22 500 kW (u. U. Steigerung auf 30 000 kW vorgesehen) in 3 Aggregaten (Francis-Turbinen in vertikaler Anordnung mit direkt gekuppelten Drehstromgeneratoren).

Daneben gab es noch etwa ein Dutzend lokaler kleinerer Werke im Betrieb mit einer Gesamtleistung von rd. 25 000 kW, wie z. B. Kondopoga in Karelien (4500 kW), fünf transkaukasische Anlagen: Erivan I (4500 kW), Surnabad (2800 kW), Erivan II (2500 kW), Abasch (1100 kW) und Leninakan (2100 kW), Bos-Ssub. Taschkent (2500 kW), Sysran a. d. Wolga (2000 kW), Ludinowo b. Brjansk (1800 kW) usw.

Im Bau befanden sich Ende 1932 13 Wasserkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von rd. 480 000 kW. Abgesehen von 2 Anlagen in Turkestan (Kadyrja mit 13 000 kW[18] und Warsob mit 7500 kW) verteilen sie sich hauptsächlich auf Nordwest-Rußland, Nord-Kaukasus und Transkaukasien.

In Nordwest-Rußland sind die Überlandwerke Untere Swir und Mittlere Niwa (Niwa II) besonders bemerkenswert.

Das Kraftwerk Untere Swir (96 000 kW) ist den Lesern der ETZ aus der kurzen Ende 1932 veröffentlichten Beschreibung[19] in großen Zügen bekannt, so daß sich eine nähere Schilderung dieser Anlage erübrigt. Es sei nur darauf hingewiesen, daß der Bauabschluß voraussichtlich erst Ende 1933 (an Stelle der ursprünglich angenommenen Frist im Frühjahr 1931) zu erwarten ist. Die Verzögerung bei dem Bau der Swir-Anlage ist vor allem auf die ungewöhnlich schwierigen Gründungsverhältnisse zurückzuführen, die, im Gegensatz zum Dnjepr-Kraftwerk, dessen Stauwehr auf Naturfelsen ruht, ungemein komplizierte Sicherungsmaßnahmen gegen das Verschieben des Stauwehres erforderten. Das Flußbett besteht aus lehmigem Grund, durchsetzt von feinkörnigen Sandlinsen, die ungleichmäßige Setzungen begünstigen. Zwischen den einzelnen beinahe horizontalen Lehmschichten befinden sich außerdem dünne, weiche, oft mit Wasser durchtränkte Schichten, so daß unter Einwirkung allzu starker Schubkräfte ein Gleiten der Schichten aufeinander sehr leicht eintreten kann. Es wurden daher schwedische, amerikanische, deutsche und österreichische Fachleute zur Prüfung der zweckmäßigsten Gründungsart hinzugezogen, und man entschied sich schließlich für die von den Schweden vorgeschlagene Flachgründung, deren Einzelheiten aus der Abb. 6 hervorgehen. Die umfangreichen

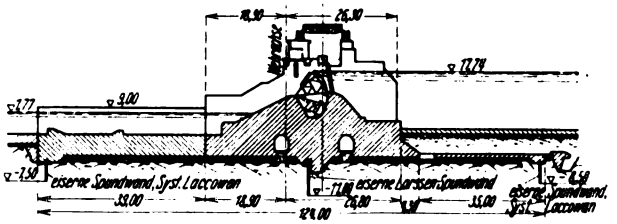


Abb. 6. Stauwehr des Wasserkraftwerks Swir. Querschnitt.

mit dieser Konstruktion verbundenen Betonarbeiten haben zur Verzögerung der Fertigstellung des Kraftwerkes nicht unwesentlich beigetragen. Gegenwärtig werden die vier Kaplan-Turbinen des Swir-Werkes montiert. Sie wurden von der Karlstads Mekaniska Verkstad in Kristinehamn geliefert, die s. Z. auch die Turbinen für das Wolchow-Werk hergestellt hat. Die Turbinen leisten 37 500 PS bei 11 m Gefälle und 42 000 PS bei 12,5 m. Die Drehzahl beträgt 75 U/min. Die Konstruktion des Laufrades ist aus der Abb. 7 ersichtlich. Die Laufräder haben einen

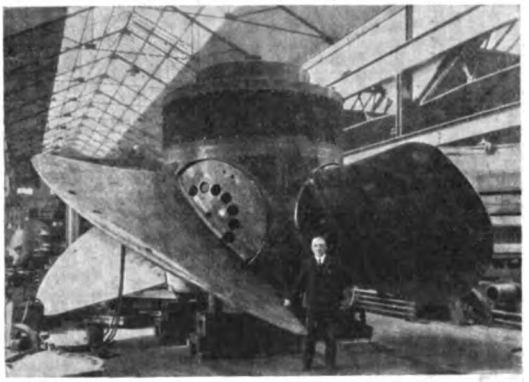


Abb. 7. Laufrad einer für das Wasserkraftwerk Swir bestimmten Kaplan-Turbine.

Durchmesser von 7,42 m, sie waren bis vor kurzem die größten dieser Art (gegenwärtig baut dieselbe Fabrik für das schwedische Staatskraftwerk Vargön Kaplan-Turbinen, deren Laufräder einen Durchmesser von 8,0 m haben). Die 4 Laufradschaufeln sind aus einem besonders korrosionsfesten Stahl hergestellt, der dem Nickelstahl überlegen ist, sie sind an der patentierten Eglesser-Nabe befestigt. Die Bewegung der Schaufeln geschieht mittels eines in der Nabe selbst eingebauten Servomotors, sie wird mittels eines sog. „Kombinators" von dem oberen Teil des

[16] Vgl. Z. VDI Bd. 71, S. 469 (1927).
[17] Vgl. Wasserkr. u. Wasserwirtsch. 1933, S. 70.
[18] Die ersten zwei Aggregate dieser Anlage (zu 3250 kW) wurden im Frühling 1933 in Betrieb genommen.
[19] Vgl. ETZ 1932, S. 1181.

Digitized by Google

Verzeichnis der in Abb. 1 dieses Aufsatzes (ETZ 1933, S. 1139) berücksichtigten Kraftwerke.

Nr. (vgl. Abb. 1)	Werk	In Betrieb 10^3 kW	Im Bau 10^3 kW
1	UW Leningrad I	65,0	
2	UW Leningrad II	54,5	12,0
3	HW Leningrad III	14,0	
4	UW Leningrad IV	16,9	
5	UW Leningrad V	111,0	
6	UW Dubrowka		200,0
7	UW Wolchow	58,0	
8	UW Untere Swir		96,0
9	UW Mittlere Niwa		60,0
10	UW Moskau I	107,5	12,0
11	UW Moskau II	38,5	
12	HW Moskau III		60,0
13	HW Moskau IV		50,0
14	FHW Twer	10,0	
15	FHW Jaroslawl		25,0
16	UW Ljapino	36,0	
17	UW Iwanowo I	75,0	
18	KHW Iwanowo II	14,0	
19	UW N. Nowgorod I	158,0	46,0
20	FHW N. Nowgorod II	24,0	
21	UW Bogorodsk	46,0	
22	UW Schatura	136,0	44,0
23	UW Kaschira	186,0	
24	UW Bobriki		100,0
25	FHW Lipezk		25,0
26	HW Woronesh		49,0
27	UW Brjansk	22,0	
28	FW Beshezk	19,8	
29	UW Ossinowo	20,0	
30	HW Minsk		12,0
31	KW Kijew I	15,5	
32	UW Kijew II	21,0	25,0
33	KW Charkow I	23,2	
34	UW Charkow II	45,5	
35	HW Charkow III		50,0
36	FHW Charkow IV	15,0	12,0
37	UW Dsershinsk	24,0	24,0
38	KW Dnjepropetrowsk	14,0	
39	UW Kriwoj Rog I	20,0	24,0
40	FHW Kriwoj Rog II		50,0
41	KW Odessa	26,3	35,0
42	UW Dnjepr	310,0	248,0
43	FW Kramatorsk	25,0	
44	FHW Kramatorsk II		25,0
45	UW Donsoda	51,0	22,0
46	UW Schterowka	152,0	
47	UW Sujewka	150,0	
48	UW Schachty-Artem	66,0	24,0
49	FW Wlasowka	11,0	
50	KW Rostow I	10,1	
51	UW Krasnodar	11,0	
52	UW Noworossijsk	20,0	
53	FW Kamysch-Burun		50,0
54	UW Grosnyj I	25,0	
55	UW Atschaluki		15,0
56	UW Baksan		25,0
57	UW Giseldon		22,5
58	UW Rion		48,0
59	UW Adjaris-Zhali		16,0
60	UW Semo-Awtschaly	13,0	25,0
61	UW Dsoraget	7,5	15,0
62	UW Kanakir		42,0
63	UW Terter		120,0
64	UW Baku I	85,0	24,0
65	UW Baku II	67,6	
66	UW Astrachan		25,0
67	UW Stalingrad	51,0	49,0
68	UW Saratow I	22,5	
69	FHW Saratow II		12,0
70	UW Samara	15,2	12,0
71	KHW Kasan	10,0	10,0
72	HW Ishewsk		24,0
73	FHW Perm		50,0
74	FHW Beresniki	83,2	
75	UW Kiselowo	28,0	72,0
76	FHW Tagil I		25,0
77	FHW Tagil II		25,0
78	KW Swerdlowsk I	11,0	
79	FHW Swerdlowsk II	10,0	18,0
80	UW Swerdlowsk III		150,0
81	FW Jegorschino	10,5	12,0
82	UW Tscheljabinsk I	99,0	51,0
83	FW Magnitogorsk	48,0	100,0
84	UW Orsk		25,0
85	UW Karaganda		35,0
86	UW Tschimkent		12,0
87	UW Kadyrja		13,0
88	UW Kuwassaj		24,0
89	KW Nowosibirsk I	5,5	5,0
90	UW Nowosibirsk II		48,0
91	UW Kemerowo		48,0
92	FHW Kusnezk	36,0	72,0
93	UW Artemowsk		48,0
94	KW Archangelsk	16,4	

Generators kontrolliert, so daß für jede Stellung der Leitschaufeln eine entsprechende Stellung der Laufradschaufeln eingestellt wird, wodurch der bestmögliche Wirkungsgrad für alle Belastungen erreicht werden kann. Der maximale Durchmesser des Leitrades ist rd. 10 m, die Höhe der Leitschaufeln 3,2 m und die Belastung des Spurlagers 1130 t.

Das Überlandwerk Mittlere Niwa stellt nur einen Teil eines aus 3 Anlagen bestehenden Systems dar, das die Kraftausnutzung des Flusses Niwa in Karelien (nicht zu verwechseln mit der Newa bei Leningrad) zum Ziel hat. Dieser kaum 40 km lange Fluß weist ein Gesamtgefälle von 127 m auf, er bleibt stets eisfrei und zeichnet sich durch eine große Beständigkeit seiner Abflußmenge aus — eine Folge der regulierenden Wirkung seiner Quelle (Imandrasee) und der beiden von ihm durchflossenen Seen. Neben den beiden projektierten Anlagen — im Oberlauf (Niwa I mit 20 000 kW) und nahe der Mündung (Niwa III mit 120 000 kW) wird gegenwärtig (seit 1931) im Mittellauf das Überlandwerk Niwa II gebaut, dessen Leistung 60 000 kW erreichen soll. Das nutzbare Gefälle an dieser Stufe beträgt 37 m; es wird erzielt durch einen kombinierten Erd- und Steinkistendamm (Stauhöhe 8,0 m) und einen 4,4 km langen Oberwasserkanal. Letzterer mündet in ein Entnahmebecken, das durch vier 120 m lange Druckrohrleitungen (4 m Dmr.) mit dem Krafthaus verbunden ist, in dem 4 Aggregate zu 15 000 kW zur Aufstellung gelangen. Die Stromerzeugung dieser nördlichsten Wasserkraftanlage der Welt (67 ° nördl. Breite) soll den Energiebedarf der benachbarten Stadt Chibinogorsk und ihrer Industrie (Apatitgewinnung und -verarbeitung) decken.

Die im Bau begriffenen Nord-Kaukasischen Wasserkraftwerke gruppieren sich im Abflußgebiet des Terek, sie stellen ausgesprochene Hochdruckanlagen dar. Die bedeutendste unter ihnen ist das Überlandwerk Baksan, das am gleichnamigen Nebenfluß des Terek errichtet wird und die Stromversorgung der benachbarten Gruppe russischer Kurorte übernehmen soll. Die Leistung dieses Werkes ist mit 25 000 kW (3 Aggregate zu 8350 kW) festgelegt bei einem Gefälle von 92,5 m, welches durch ein Schützenwehr und einen 10 km langen Oberwasserkanal mit anschließender Druckrohrleitung erzielt wird.

Eine etwas abweichende Anordnung weist das Überlandwerk Atschaluki auf, welches auf dem Hauptkanal des Bewässerungsystems Alchan-Tschurt (bei Wladikawkas) errichtet wird und die dort vorhandenen Niveaudifferenzen ausnutzen soll. Bei einem Gesamtgefälle von 141 m wird sich die Maximalleistung dieser zur Stromversorgung benachbarter Erdölfelder bestimmten Anlage auf 15 000 kW stellen. Das Atschalukiwerk wurde ebenso wie das Baksanwerk mit einiger Verspätung in Angriff genommen, so daß die ursprünglich für das Jahr 1933 in Aussicht genommene Inbetriebnahme nicht mehr zu erreichen ist.

Wesentlich weiter fortgeschritten ist der Bau des Überlandwerkes Giseldon, dessen Inangriffnahme allerdings schon 1927 erfolgte. Das Kraftwerk liegt auf dem gleichnamigen, den kaukasischen Gletschern entspringenden Bergfluß, seine Anordnung erinnert an das Überlandwerk Dsoraget. Der Fluß wird hier durch einen Steindamm aufgestaut und durch einen 2,7 km langen Druckstollen (2,05 m Dmr.) und anschließende Druckrohrleitung zum Krafthaus geleitet, das 3 Aggregate (3 Pelton-Turbinen in horizontaler Anordnung mit direkt gekuppelten Drehstromgeneratoren) zu 7500 kW enthält. Das gesamte Nutzgefälle beträgt 312 m.

Die neuen Wasserkraftanlagen Transkaukasiens sind wesentlich mannigfaltiger. Neben den zahlreichen kleineren Anlagen, wie z. B. Alazan (4800 kW), Gergebil (7500 kW) usw. befinden sich hier folgende Großkraftwerke im Bau:

a) Überlandwerk Rion auf dem gleichnamigen Fluß bei Kutais in Georgien, das die Stromversorgung der kürzlich elektrisierten Teilstrecken der transkaukasischen Bahn übernehmen soll. Seine Gesamtleistung stellt sich auf 48 000 kW, wobei ein Gesamtgefälle von rd. 80,0 m ausgenutzt wird. Dieses Gefälle wird durch ein Schützenwehr (Stauhöhe 10,4 m) im Rion-Fluß und einen 9,2 km langen zum Teil im Tunnel geführten Oberwasserkanal erzielt, an den sich eine 4strängige Druckrohrleitung (2,6 m Dmr.) anschließt. Es gelangen 4 Aggregate (Francis-Turbinen zu 17 200 PS mit stehender Welle) zur Aufstellung, von denen die ersten 2 Anfang November 1933 in Betrieb genommen wurden.

b) Überlandwerk Kanakir, dessen erste Ausbaufolge mit einer Leistung von 42 000 kW (im Vollausbau 112 000 kW) im Frühjahr 1934 in Betrieb treten soll. Es wird am Fluß Sange errichtet, der dem Sewanga-See (in Armenien) entspringt. Dieser auch Göktscha genannte See liegt 1925 m hoch ü. M., hat einen Inhalt von 54 Mrd m^3 bei einer Spiegelfläche von 1413 km^2 (Einzugsgebiet 5000 km^2) und stellt einen einzigartigen natürlichen Regulierungspeicher dar. Um die Speisung des Kanakir-Werkes sicherzustellen, das als erste Anlage des auf

Digitized by Google

600 000 kW veranschlagten Sewanga-Sange-Systems erbaut wird, soll der Sange-Fluß durch einen massiven Überfalldamm aufgestaut und nach beiden Seiten abgeleitet werden. Der linksseitige 13,6 km lange Kanal mit anschließender Druckrohrleitung ist für die Speisung des Kanakir-Werkes bestimmt, während der rechtsseitige für die Bewässerung der Baumwollpflanzungen benutzt werden soll. Die normale Abflußmenge beträgt im Werkskanal 60 m³/s bei einem Gesamtgefälle von 170 m.

c) Überlandwerk Adjaris-Zhali (bei Batum), dessen Bau 1924 begonnen und 1929 wegen geologischer Schwierigkeiten eingestellt wurde. Gegenwärtig wird das Kraftwerk nach 2jähriger Unterbrechung nach einem neuen Projekt gebaut. An Stelle der ursprünglich vorgesehenen 35 m hohen Staumauer wird 3,5 km stromaufwärts ein einfaches Wehr errichtet, das den Fluß nach einem 2,7 km langen Druckstollen ableitet. Dabei wird ein Gesamtgefälle von 46 m erzielt, so daß die installierte Leistung des Kraftwerkes auf 16 000 kW statt der ursprünglich vorgesehenen 5500 kW festgelegt werden konnte.

d) Überlandwerk Terter am gleichnamigen Nebenfluß der Kura, das die Stromversorgung des östlichen Transkaukasiens und des Erdölbezirkes von Baku neben den dortigen Wärmekraftanlagen übernehmen soll. Nach dem Projekt wird am Fluß Terter eine 110 m hohe bogenförmige Staumauer errichtet, um ein Regulierungsbecken von 170 Mill m³ Inhalt herzustellen. Bei einem Höchstgefälle von 286 m, das durch einen 12 km langen Druckstollen mit anschließender 6strängiger Druckrohrleitung bewältigt wird, stellt sich die installierte Leistung des Terter-Werkes auf 120 000 kW in 6 Aggregaten zu 20 000 kW.

Neben diesen Anlagen befanden sich Ende 1932 noch zahlreiche Kraftwerke im Bauvorbereitungsstadium. Die Beschreibung dieser bemerkenswerten Anlagen ist im Rahmen dieses Beitrages wegen Raummangels nicht mehr möglich.

Anfang 1917 wurde in der russischen Zeitschrift „Elektritschestwo" eine Arbeit von P. Gurewitsch „Die Grundfragen der russischen Elektrizitätspolitik in der Nachkriegszeit" veröffentlicht, in welcher wohl zum erstenmal im einschlägigen russischen Schrifttum eine planmäßige staatliche Elektrizitätserzeugung unter Zugrundelegung bestimmter Grundsätze gefordert wurde. Diese Grundsätze waren:

1. Konzentration der Elektrizitätserzeugung in wenigen staatlichen Überlandwerken,
2. Errichtung der Werke direkt an den örtlichen Energiequellen,
3. Zusammenarbeiten dieser Werke auf gemeinsame regionale Sammelschienen.

Die Verwirklichung dieser Grundsätze mußte naturnotwendig auf einen unüberwindlichen Widerstand des russischen Wirtschaftsystems in seinen damaligen Formen stoßen. Erst nachdem die nachfolgenden Umwälzungen die Voraussetzungen für eine folgerichtige Durchführung dieser Grundsätze im Rahmen einer wohlgeordneten Planwirtschaft geschaffen haben, fanden sie in dem vielbezweifelten Goelro-Plan ihre praktische Anwendung. Vorstehende Ausführungen dürften trotz ihrer Kürze den Nachweis erbracht haben, daß die seitherige Entwicklung der sowjetrussischen Elektrizitätsversorgung sich im großen und ganzen in Übereinstimmung mit den Richtlinien dieses Planes vollzogen hat. Einzelne mitunter recht empfindliche Fehler waren auch auf diesem an sich richtigen Weg unvermeidlich, sie sind aber kaum imstande, das in seiner Gesamtheit positive Ergebnis empfindlich zu beeinträchtigen.

Ein neues Kompensationsverfahren zur elektrischen Fernübertragung von Zeigerstellungen*.

(Mitteilung aus dem Laboratorium der Firma W. H. Joens & Co., G. m. b. H., Düsseldorf.)

Von Wilhelm Geyger, Düsseldorf.

Übersicht. Es wird ein neues Kompensationsverfahren zur elektrischen Fernübertragung von Zeigerstellungen beschrieben, das auf dem Grundgedanken beruht, Nullinstrument und Umkehrmotor durch Verwendung eines Motorzähler-Meßwerkes zu vereinigen. Das bewegliche Glied dieses Meßwerks wirkt über ein geeignet bemessenes Übersetzungsgetriebe auf einen als Widerstands-Fernsender ausgebildeten Regelwiderstand, dessen jeweilige Einstellung der zu übertragenden Zeigerstellung entspricht. Mit einer solchen Einrichtung können ausgewogene Zeiger von verhältnismäßig großen Abmessungen (etwa 50 ... 100 cm Länge) betätigt, tintengefüllte Schreibfedern bewegt und weitere Widerstands-Fernsender gesteuert werden, die direkt oder über Fernmeßschaltungen mit elektrischen Anzeige-, Schreib- oder Zählgeräten verbunden sind.

Die elektrische Fernübertragung von Zeigerstellungen kann nach den bisher bekannten Kompensationsverfahren in der Weise ausgeführt werden, daß das Gebergerät (z. B. Manometer oder Ringwaage), dessen Zeigerstellung übertragen werden soll, einen veränderbaren Widerstand (Widerstands-Fernsender) steuert, und daß die hierdurch in einer Kompensationsschaltung hervorgerufenen Widerstandsänderungen durch einen von einem Umkehrmotor betätigten Regelwiderstand jeweils ausgeglichen werden. Der Umkehrmotor wird dabei von dem in der Kompensationsschaltung liegenden, als Schaltrelais ausgebildeten Nullinstrument durch Maximal- und Minimalkontakte derart beeinflußt, daß die Kompensationsschaltung selbsttätig abgeglichen und das Nullinstrument stromlos gemacht wird. Es ist dann jeder Einstellung des Widerstands-Fernsenders (Zeigerstellung des Gebergerätes) eine bestimmte Einstellung des Regelwiderstandes zugeordnet, die durch einen Zeiger sichtbar gemacht oder mittels einer Schreibfeder fortlaufend aufgezeichnet werden kann.

Derartige Meßanordnungen müssen, um ein auf die Dauer zuverlässiges Arbeiten der Kontakteinrichtungen zu gewährleisten, nach Art der selbsttätig aufzeichnenden Potentiometer (Relais-Registrierapparate)[1] aufgebaut sein. Infolgedessen ergibt sich eine ziemlich verwickelte und verhältnismäßig kostspielige Konstruktion, die für manche Zwecke, bei denen an sich das Kompensationsverfahren angewendet werden muß (z. B. Bau von großen Anzeigegeräten mit konzentrischer Skala von etwa 1 ... 2 m Dmr.), nicht gerechtfertigt erscheint. Aus diesem Grunde wurde das im folgenden beschriebene sehr einfache Kompensationsverfahren entwickelt, das Kontakteinrichtungen grundsätzlich vermeidet und besondere meßtechnische Vorzüge aufweist.

* Eingeg. 14. X. 1932 und 26. I. 1933.

[1] Vgl. G. Keinath, Die Technik elektrischer Meßgeräte, 3. Aufl., Bd. 1, S. 375/380. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin 1928.

Meßprinzip.

Der Grundgedanke des neuen Verfahrens besteht darin, Nullinstrument und Umkehrmotor durch Verwendung eines Motorzähler-Meßwerkes zu vereinigen und das bewegliche Glied dieses Meßwerkes über ein geeignet bemessenes Übersetzungsgetriebe auf einen als Widerstands-Fernsender ausgebildeten Regelwiderstand wirken zu lassen, dessen jeweilige Einstellung der zu übertragenden Zeigerstellung entspricht. Dieses Prinzip[2], das natürlich in verschiedenster Weise verwirklicht werden kann, soll hier an Hand zweier den praktischen Verhältnissen entsprechenden Beispiele kurz erläutert werden.

Fernübertragung eines einzigen Meßwertes (Grundschaltung).

Abb. 1 zeigt eine Anordnung zur Fernübertragung der Zeigerstellung eines Gebergerätes G, das mit einem aus Widerstandswalze und Schleifbürste bestehenden Fernsender F_G mechanisch gekuppelt ist. Der „Geber-Fernsender" F_G liegt mit einem zweiten gleichartig beschaffenen und als Regelwiderstand dienenden „Kompensations-Fernsender" F_K und den Differentialspulen S', S'' in einer Stromverzweigung, die über einen Vorwiderstand R_V mit der Sekundärspule eines kleinen Schutztransformators T (z. B. 220/36 V) verbunden ist, dessen Primärspule an das als Meßstromquelle dienende Wechselstromnetz angeschlossen ist. Die aus zwei gleichzeitig miteinander aufgewickelten isolierten Drähten bestehenden Differentialspulen S', S'' sitzen auf dem Stromeisen M eines handelsüblichen Induktionszähler-Meßwerkes, während die auf dem Spannungseisen N dieses Meßwerkes angeord-

[2] DRP. angemeldet.

Digitized by Google

nete Spule S unmittelbar an den Transformator T geschaltet ist.

Der Kompensations-Fernsender F_K wird in der aus Abb. 1 ersichtlichen Weise über Schnecke B und Zahnrad C durch die Aluminiumscheibe A gesteuert, deren Drehrichtung und Drehzahl von dem Verhältnis der in den Differentialspulen S', S'' fließenden Zweigströme I' und I'' abhängen: Ist $I' = I''$, so sind die Amperewindungen der Spulen S', S'' einander gleich, und der magnetische Fluß des Stromeisens M wird gleich Null (Stillstand der Scheibe); ist jedoch $I' \gtrless I''$, so läuft die Scheibe nach rechts oder links mit einer Geschwindigkeit, die der Differenz $I' - I''$ verhältnisgleich ist[3]. Die Scheibe kommt also zum Stillstand, wenn die ohmschen Widerstände R', R'' der beiden Zweige einander gleich sind, und läuft bei Ungleichheit dieser Widerstände nach rechts oder links mit einer der Differenz $R' - R''$ proportionalen Geschwindigkeit.

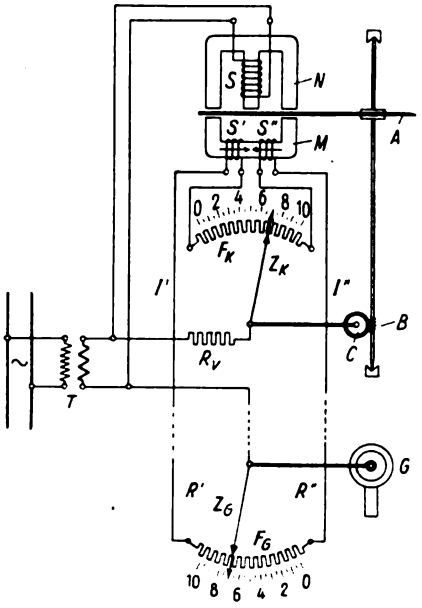


Abb. 1. Fernübertragung eines einzigen Meßwertes mittels eines Motorzähler-Meßwerkes nach dem Kompensationsverfahren (grundsätzliche Anordnung).

Aus dieser Überlegung ergibt sich, daß die Scheibe die mit ihr gekuppelte Schleifbürste des Kompensations-Fernsenders F_K stets so einzustellen sucht, daß $R' = R''$ ist und sich selbsttätig zum Stillstand bringt. Hierfür ist zunächst Voraussetzung, daß das Drehmoment der Scheibe ausreichend groß ist, um mittels des Übersetzungsgetriebes die Reibung der Schleifbürste auf der Widerstandswalze zu überwinden und auch bei sehr kleinen Unterschieden zwischen R' und R'' (von etwa 0,3 ··· 0,5 %) sicher anzulaufen. Daß die Erfüllung dieser Voraussetzung praktisch keine Schwierigkeiten macht, geht schon daraus hervor, daß ein zählerartiges Meßwerk bereits bei etwa 0,5 % der normalen Belastung zum Anlauf kommt und dabei die Reibung am Zahlenrollen-Zählwerk leicht überwindet. Vergrößert man die Amperewindungen der Meßwerkspulen S', S'' und S, so ergibt sich eine noch höhere Anlaufempfindlichkeit und bei entsprechender Bemessung des Übersetzungsgetriebes die für den vorliegenden Zweck erforderliche Möglichkeit, ausgewogene Zeiger von verhältnismäßig großen Abmessungen (etwa 50 ··· 100 cm Länge) zu betätigen, tintengefüllte Schreibfedern zu bewegen und weitere Widerstands-Fernsender zu steuern, die direkt oder über Fernmeßschaltungen mit elektrischen Anzeige-, Schreib- oder Zählgeräten verbunden sind. Eine weitere, allerdings von vornherein erfüllte Bedingung ist eine ausreichend feine Unterteilung des Fernsender-Widerstandes (ausreichend große Lamellenzahl), um eine praktisch kontinuierliche Widerstandsregelung zu erzielen.

Ist die Scheibe zum Stillstand gekommen, so nimmt die Schleifbürste des Kompensations-Fernsenders und somit auch der mit ihr verbundene über der Empfängerskala spielende Zeiger Z_K eine Stellung ein, die der jeweiligen Einstellung des über der Geberskala sich bewegenden Gebergerät-Zeigers Z_G entspricht. Diese Stellung ist von den Fernleitungswiderständen und von den Spannungs- und Frequenzschwankungen des Netzes unabhängig, da es sich um ein Nullverfahren handelt. Sind die Widerstandswalzen der Fernsender F_G, F_K so gleichmäßig bewickelt, daß gleichen Drehwinkeln der Schleifbürsten gleiche Widerstandswerte entsprechen (lineare Kennlinie), so stimmt der Skalenverlauf der Empfängerskala mit dem der Geberskala überein, was in vielen Fällen bedeutsam ist.

Ändert sich nun die Stellung des Gebergerät-Zeigers Z_G, so läuft die Scheibe zunächst mit einer dieser Änderung proportionalen Drehzahl und bewegt die Schleifbürste des Fernsenders F_K in Richtung der angestrebten Kompensationseinstellung. Je näher die Schleifbürste an diese Einstellung herankommt, desto langsamer läuft die Scheibe, ein Überschwingen oder Pendeln des Zeigers Z_K ist daher ausgeschlossen. Dieser Zeiger folgt den kleinsten Schwankungen des Gebergerätes und stellt somit ein getreues Abbild des Gebergerät-Zeigers Z_G dar.

Fernübertragung der Summe, der Differenz oder des arithmetischen Mittels mehrerer Meßwerte.

Bei der Betriebsüberwachung wärmetechnischer Einrichtungen ist es oft notwendig, die Summe oder die Differenz mehrerer betriebswichtiger Meßgrößen zu kennen, von denen jede nur einzeln durch unmittelbare Messung erfaßt werden kann. Die Anwendung des neuen Kompensationsverfahrens in Verbindung mit mehreren den einzelnen Summanden zugeordneten Widerstands-Fernsendern bietet bei Benutzung der im folgenden gekennzeichneten Sonderschaltung die Möglichkeit, Summen- und Differenzmessungen mit großer Genauigkeit auszuführen und auf Anzeigegeräte von sehr großen Abmessungen (z. B. mit konzentrischer Skala) oder auf Tintenschreiber und Fernmeßgeräte (z. B. elektrische Mengenzähler) zu übertragen.

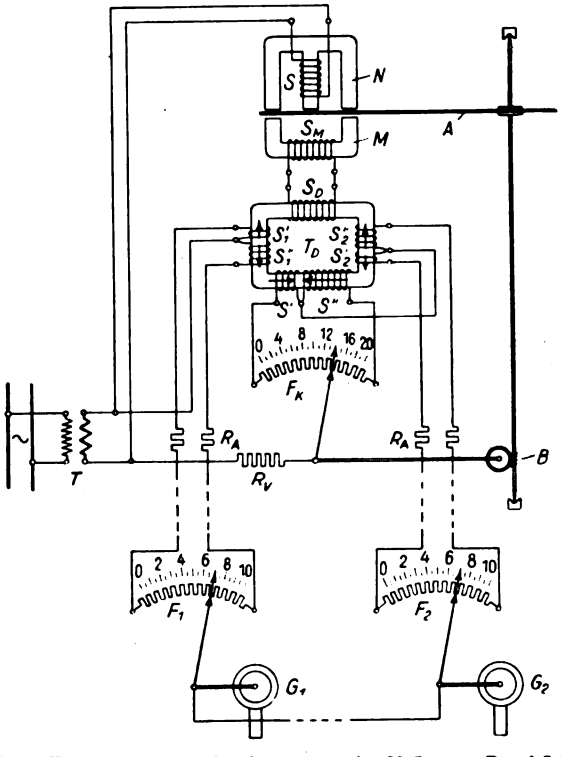


Abb. 2. Fernübertragung der Summe zweier Meßwerte (Durchflüsse) mit Hilfe eines Motorzähler-Meßwerkes und eines Differentialtransformators nach dem Kompensationsverfahren.

Abb. 2 zeigt eine Anordnung zur Fernübertragung der Summe zweier Meßwerte (Durchflüsse), die durch zwei voneinander unabhängige, nach dem Druckdifferenz-Verfahren arbeitende Durchflußmesser (z. B. Schwimmermanometer oder Ringwaage) gemessen werden. Den mit den Durchflußmessern G_1, G_2 mechanisch gekuppelten Fernsendern F_1, F_2 ist je eine Stromverzweigung mit Differentialspulen S_1', S_1'' bzw. S_2', S_2'' zugeordnet, die auf dem Eisenkern eines Differentialtransformators T_D sitzen. Mit diesen Stromverzweigungen ist eine weitere Stromverzweigung in Reihe geschaltet, die den Kompensationsfernsender F_K und die Differentialspulen (Kompensations-

[3] Vgl. W. Geyger, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 769 (1931).

Digitized by Google

spulen) S', S'' enthält. Die drei Differential-Stromverzweigungen sind in der aus Abb. 2 ersichtlichen Weise über einen Vorwiderstand R_V und den Schutztransformator T an das Wechselstromnetz angeschlossen. Die Sekundärspule S_D des Differentialtransformators T_D ist mit der auf dem Stromeisen M des Induktionszähler-Meßwerkes befindlichen Spule S_M verbunden, während die auf dem Spannungseisen N dieses Meßwerks angeordnete Spule S wieder unmittelbar an den Schutztransformator T geschaltet ist.

Auch hier wird der Fernsender F_K über Schnecke B und Zahnrad C durch die Aluminiumscheibe A gesteuert, deren Drehrichtung und Drehzahl in diesem Falle von dem Verhältnis der im Eisenkern des Differentialtransformators T_D wirksamen magnetischen Flüsse abhängen. Die von den Spulenpaaren S_1', S_1'' und S_2', S_2'' erzeugten resultierenden Flüsse Φ_1 und Φ_2 wirken in gleichem Sinne (Summenwirkung); der durch die Kompensationsspulen S', S'' hervorgerufene Fluß Φ ist den Flüssen Φ_1 und Φ_2 entgegengesetzt gerichtet, so daß Kompensation und Stillstand der Scheibe A eintreten, wenn $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2$ ist. Da infolge der in einer früheren Arbeit[4] behandelten Wirkungsweise der Differentialschaltungen die Flüsse Φ_1, Φ_2 und Φ den von den Schleifbürsten an den Fernsenderwicklungen jeweilig wirksam gemachten Widerstandswerten und somit (bei linearer Skalenteilung der Durchflußmesser) den Durchflußwerten streng verhältnisgleich sind, so nimmt die Schleifbürste des Fernsenders F_K bei Stillstand der Scheibe eine Stellung ein, die stets der Summe der beiden Durchflüsse entspricht, wie dies in Abb. 2 gekennzeichnet ist. Diese Stellung ist von den Spannungs- und Frequenzschwankungen des Netzes unabhängig. Die Widerstände der Fernleitungen werden hier in der üblichen Weise durch Abgleichwiderstände R_A berücksichtigt, die um den jeweiligen Betrag des Fernleitungswiderstandes verkleinert werden.

Fernübertragung über größere Entfernungen.

Die in Abb. 1 und 2 dargestellten Meßanordnungen sind anwendbar, wenn es sich, wie z. B. bei Wärmemeßzentralen, um Entfernungen von einigen 100 Metern han-

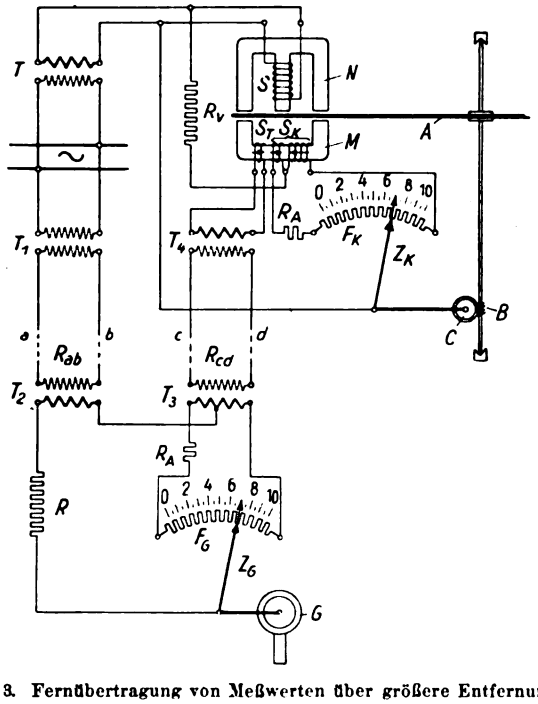


Abb. 3. Fernübertragung von Meßwerten über größere Entfernungen (etwa 2 ··· 20 km) mit Hilfe eines Motorzähler-Meßwerkes und der „Fernwandlerschaltung" nach dem Kompensationsverfahren.

delt. Sollen jedoch größere Entfernungen (etwa 2 bis 20 km) überbrückt werden, so benutzt man zweckmäßig die in Abb. 3 gekennzeichnete Anordnung, die verhältnismäßig große Fernleitungswiderstände (etwa 300 ··· 500 Ω) und die praktisch auftretenden, durch Temperaturschwankungen verursachten Änderungen dieser Widerstände (um ± 10 %, entsprechend Temperaturschwankungen von ± 25 °) ohne weiteres zuläßt.

[4] Wie Fußnote 3.

Bei der „Fernwandlerschaltung" nach Abb. 3 (die der „Fernwandlerschaltung" für Ringeisen-Quotientenmesser[5] ähnlich ist) ist die Spule S_T, welche den der zu übertragenden Meßgröße proportionalen magnetischen Fluß im Stromeisen M erzeugt, über die Kleintransformatoren T_1, T_2, T_3, T_4 und Fernleitungen a, b, c, d mit dem Wechselstromnetz verbunden, an das die Spule S des Spannungseisens N und die zur Erzeugung des kompensierenden Flusses in M dienende Differential-Stromverzweigung $S_K F_K R_A R_V$ über den Schutztransformator T ebenfalls angeschlossen sind. Durch die hier benutzte mehrfache Spannungstransformation wird erreicht, daß die an den Fernleitungen ab und cd wirksamen Meßspannungen (etwa 50 ··· 100 V) bedeutend größer sind als die an der Differential-Stromverzweigung $T_2 T_3 F_G R_A R$ und an der Spule S_T liegenden Spannungen (etwa 5 ··· 10 V). Wenn die Fernleitungswiderstände R_{ab} und R_{cd} etwa 500 Ω betragen und (entsprechend ± 25 ° Temperaturänderung der Fernleitungen) um ± 50 Ω schwanken, so beträgt die Fehlweisung des Zeigers Z_K höchstenfalls ± 0,5 %, liegt also innerhalb der erzielbaren Meßgenauigkeit.

Soll die Summe, die Differenz oder das arithmetische Mittel mehrerer Meßwerte über größere Entfernungen übertragen werden, so kann man die Schaltungen nach Abb. 2 und 3 kombinieren, indem der Transformator T_3 als Summenwandler ausgebildet wird. Dieser Transformator erhält dann ebenso viele Primärspulen als Summanden vorhanden sind, wobei jede Primärspule mit einem vom Gebergerät G gesteuerten Fernsender F_G verbunden wird.

Vorzüge und Anwendungen des neuen Verfahrens.

Das beschriebene Kompensationsverfahren hat folgende Vorzüge:

1. Da es sich um ein Nullverfahren handelt, so haben, wie bereits erwähnt, Spannungs- und Frequenzschwankungen des Netzes keinen Einfluß auf die Messung.

2. Die Fernübertragung erfolgt nicht sprungweise (wie bei dem Kontaktverfahren), sondern kontinuierlich, wobei ein Überschwingen oder Pendeln ausgeschlossen ist (Meßgenauigkeit: etwa ± 1 % des Skalenendwertes).

3. Das benutzte Meßprinzip ergibt eine vollkommene Unempfindlichkeit des Empfangsgerätes gegen Erschütterungen (Transportschäden) und Lageänderungen (Fernübertragung auf Fahrzeugen und Schiffen).

4. Die Meßeinrichtung ist aus bewährten, der Zählerfabrikation entnommenen Teilen unter Vermeidung der sonst vielfach üblichen Zusatzgeräte (Akkumulatoren, Gleichrichter, Regel- und Überwachungsgeräte zur Konstanthaltung der Meßspannung, Eisendrahtlampen und dgl.) aufgebaut. Dies bringt nicht nur wirtschaftliche Vorteile mit sich, sondern gewährleistet auch eine außerordentliche Einfachheit, Übersichtlichkeit und Betriebssicherheit.

Die wichtigste Anwendungsmöglichkeit besteht darin, einfache und kraftreiche Anzeige- und Schreibgeräte von großer Meßgenauigkeit zu bauen und diese Geräte mit weiteren Meßgeräten (z. B. elektrischen Mengenzählern) zu kombinieren. So kann man beispielsweise für die Messung von Durchflußmengen in wärmetechnischen Überwachungsanlagen ein Anzeigegerät mit konzentrischer Skala und einen spannungsunabhängigen Motorzähler in einem gemeinsamen Gehäuse vereinigen, um an diesem Meßgerät den jeweiligen Durchfluß direkt ablesen und die Durchflußmenge zählen zu können.

Ein sehr wesentlicher Vorzug des beschriebenen Verfahrens besteht in der Möglichkeit, ein Anzeigegerät mit konzentrischer Skala mit einem Tintenschreiber zu kombinieren und auf diese Weise ein „Einheitsgerät" zu schaffen, das den verschiedensten Verwendungszwecken (Fernübertragung von Druck, Zug, Durchfluß, Vakuum, Temperatur, Feuchtigkeit, Wasserstand, Rauchgasanalyse usw.) angepaßt ist. Ein solches Einheitsgerät kann für jedes vorhandene Gebergerät (z. B. Manometer, Zugmesser, Durchflußmesser, Bimetall-Thermometer, Haarhygrometer) durch Änderung eines einzigen Justierwiderstandes geeicht werden, was sowohl für den Hersteller wegen der Einheitlichkeit der Fabrikation und der daraus sich ergebenden Preisgestaltung als auch für den Verbraucher von größter Bedeutung ist.

Das neue Kompensationsverfahren eignet sich nicht nur zur Fernübertragung von Zeigerstellungen mit Widerstands-Fernsendern, sondern überhaupt ganz allgemein zur Fernmessung von irgendwelchen elektrischen

[5] Vgl. W. Geyger, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, S. 535 (1932).

Digitized by Google

Widerstands- und Leitfähigkeitswerten (z. B. Elektrolytwiderständen) mit den verschiedenartigen hierfür gebräuchlichen Brücken- und Differentialschaltungen. In jedem Falle kann der zu messende (ohmsche, induktive oder kapazitive) Widerstand, der beispielsweise einer fernzuübertragenden nichtelektrischen Meßgröße (z. B. Salzgehalt oder Höhenstand einer Flüssigkeit) entspricht, oder auch das Verhältnis von zwei veränderlichen Widerständen an dem Kompensations-Fernsender F_K, also an der Skala des Empfangsgerätes selbsttätig abgebildet und durch eine Schreibvorrichtung fortlaufend aufgezeichnet werden.

Der 9. Deutsche Physiker- und Mathematikertag in Würzburg, 17. bis 22. IX. 1933*.

Trotzdem erst verhältnismäßig spät statt des ursprünglich vorgesehenen Salzburg als Tagungsort Würzburg gewählt wurde, war die Zahl der Vorträge mit 70 und der Tagungsteilnehmer mit mehr als 500 erfreulich hoch. Im folgenden soll eine kurze Übersicht über die Darbietungen physikalischen Inhaltes gegeben werden, welche für die Elektrotechnik irgendwie bedeutungsvoll sind.

In der Eröffnungsitzung am 18. IX. ergriff zunächst Herr K. Mey als Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für technische Physik das Wort, um auf die Verbundenheit der physikalischen Forschung und Technik mit Staat und Volk hinzuweisen, daß es uns nur durch einen zielbewußten Einsatz der physikalischen Forschung gelingen kann, Exportgüter zu schaffen und dadurch die wirtschaftliche Lage des Staates und damit jedes Einzelnen zu bessern. Der Vorsitzende der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Herr M. v. Laue, ging geschichtlich auf das in Würzburg Geschaffene ein unter besonderer Betonung der Entdeckung der Röntgenstrahlen. In diesem historischen Zusammenhange erwähnte er die Verurteilung Galileis vor 300 Jahren wegen Verbreitung der kopernikanischen Lehre. Dann folgte der vielbeachtete erste allgemeine Vortrag:

J. Stark, Berlin, Über die Organisation der physikalischen Forschung. Durch eine Organisation der physikalisch-technischen Forschung will man nicht eine Leistung des einzelnen Forschers ersetzen, sondern will diese unterstützen und vielfach erst ermöglichen. Der Forscher darf kein Einzeldasein führen, denn er verdankt seine Ausbildung und seinen Arbeitsplatz dem Staate. Aus dem Grunde ist eine Hinlenkung auf den Dienst am Volke notwendig. Um dieses Ziel zu erreichen, hat die Organisation eine Reihe von Aufgaben zu erfüllen:

1. Schaffung eines leistungsfähigen Zentralorgans. Dies soll die Physikalisch-Technische Reichsanstalt sein. Um der Aufgabe gerecht zu werden, muß sie großzügig erweitert werden. Hierzu sind 30 große Institutsneubauten in der Nähe von Potsdam zwischen dem Templiner See und Wildpark geplant. Bei den vielfach sehr großen instrumentellen Aufwendungen für bestimmte Untersuchungen sollen diese dort den Mitarbeitern an Universitäten und Technischen Hochschulen als Gästen zur Verfügung stehen.

2. Leihapparate für Physiker. Hierfür hat die Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft schon erfolgreiche Vorarbeit geleistet.

3. Physikalischer Reichsforschungsdienst. Dieser soll von der PTR als neutraler, unparteiischer Stelle zwischen der Wirtschaft und den Instituten, die sich für die Bearbeitung neuer technischer Probleme zur Verfügung stellen, eingerichtet werden. Hierbei ist auch an geldliche Unterstützung durch das Reich gedacht. Von Wichtigkeit ist hierbei, daß die stellungslosen jüngeren Physiker erfaßt werden.

4. Neuordnung des deutschen physikalischen Schrifttums. Durch die zahlreichen, umfangreichen und vor allem gegenüber Auslandspreisen teuren Zeitschriften haben wir an Wirkung auf das Ausland eingebüßt. Durch Zusammenarbeit mit den Vorsitzenden der beiden Gesellschaften und mit den Verlegern soll eine Vereinfachung erzielt werden. Das Ziel der Organisation der deutschen physikalisch-technischen Forschung soll der Dienst an der deutschen Wissenschaft, an der deutschen Wirtschaft und Landesverteidigung und damit an der deutschen Volksgemeinschaft sein.

Im 2. allgemeinen Vortrag sprach **G. Faber,** München, Zu Eulers 150. Todestag.

Das 1. Hauptthema lautete: Ausgewählte Vorträge aus dem Gebiete der Atomforschung. Hier gab es 6 zusammenfassende Berichte:

W. Bothe, Heidelberg, Über Neutronen. Bei Beschießen von Elementen, wie Beryllium, Lithium, Bor, mit α-Teilchen treten u. a. γ-Strahlen und Neutronen auf. Dies sind ungeladene Teilchen von der Masse 1. Die Neutronen sind wesentliche Elementarbausteine der Atomkerne. Wegen der fehlenden Ladung ist die Wechselwirkung mit der Materie groß. Die Absorption der Neutronenstrahlung hängt wie bei jeder Korpuskularstrahlung nicht von der Masse, sondern von der Atomzahl im Kubikzentimeter ab, sie ist also z. B. für Paraffin größer als für Blei.

R. Frerichs, Berlin, Wasserstoffisotope. Die beiden Wasserstoffisotope haben nach den neuesten Messungen die Atomgewichte $H^1 = 1{,}007\,77$ und $H^2 = 2{,}0151$. Das schwere Isotop H^2 ist in gewöhnlichem Wasserstoff nur in einer Konzentration von $^1/_{5000}$ enthalten und wurde zuerst spektroskopisch festgestellt. Man kann es z. B. durch das Diffusionsverfahren von G. Hertz anreichern. Bei einem Gehalt von 99 % an H^2 beträgt das spezifische Gewicht des Wassers 1,1059, Gefrier- und Siedepunkt verschieben sich. Bei Atomzertrümmerungen mit H^2-Kernen treten Strahlen größerer Energie auf als bei H^1-Kernen. Biologisch ist festgestellt, daß Wasser mit dem schweren Isotop die Keimkraft von Tabaksamen vernichtet und das Wachstum von Pflanzen verlangsamt.

F. Kirchner, München, Künstliche Atomzertrümmerung. Mit schnellbewegten Atomkernen in Form von Kanalstrahlen läßt sich eine Umwandlung der Elemente erzielen. Die Verfahren zur Erzeugung der Kanalstrahlen großer Energie sind teilweise sehr interessant, bei einem wird der Atomkern mehrmals durch dasselbe Feld beschleunigt. Ausbeute und Reichweite der Trümmer für die meist untersuchten Elemente Li, B, Be, Al ergaben die Grundlagen für die Deutung des Umwandlungsmechanismus.

P. Kunze, Rostock, Positive Elektronen. Die Möglichkeiten der Entstehung der positiven Elektronen wurden für eine Anzahl von Modellen erörtert. Hierbei spielte das Auftreten von Zwillingen, d. h. von negativen und positiven Elektronen gleichzeitig, eine große Rolle. Die experimentellen Befunde über die Häufigkeit des Auftretens der Positronen wurden mitgeteilt.

W. Kolhörster, Potsdam, Über die Natur der Höhenstrahlung. Aus dem gleichzeitigen Ansprechen mehrerer Zählrohre auf einen Höhenstrahl wird seine Richtung nach der allgemeinen Zählrohrtheorie bestimmt. Aus der Abhängigkeit der Strahlungstärke von der geographischen Breite wird wegen des Erdmagnetfeldes geschlossen, daß die Strahlen nicht in der Atmosphäre entstehen. Aus der azimutalen Richtungsverteilung ergibt sich eine Bevorzugung der Strahlen aus westlicher Richtung. Periodische Schwankungen lassen sich wegen der starken unperiodisch auftretenden Stöße und Schauer nur schwierig feststellen. Am Erdboden wurden noch energiereiche horizontale Strahlen gefunden. Die Sekundärstrahlung scheint auf eine Erklärung der Natur der Höhenstrahlung hinzuweisen. Gleichzeitige Aufzeichnung der Intensität und Höhenverteilung an 7 Stationen auf der Erde soll weitere Unterlagen liefern.

E. Regener, Stuttgart, Die Absorptionskurve der Ultrastrahlung und ihre Deutung nach Messungen im Bodensee und in der Stratosphäre. Die Apparatur für die Ballonaufstiege auf 26 bis 27 km Höhe wurde mit ihren neuesten Verbesserungen hinsichtlich der möglichen Fehlergrößen erörtert. Die auf konstanten Druck umgerechneten Werte zeigen Abweichungen nur für einen Aufstieg am 29. III. 1933, wo der Mond hoch am Himmel stand. Ob hierfür die Radioaktivität des Mondes oder gleichzeitige magnetische Störungen der Grund waren, ist noch unentschieden. Die Ergebnisse können durch mehrere Komponenten, nämlich durch eine Wellenstrahlung, welche von der Höhe nicht abhängt, und durch eine davon abhängige Korpuskularstrahlung erklärt werden.

In Einzelvorträgen berichtete:

W. Messerschmidt, Halle, über Atomzertrümmerung durch Ultrastrahlung, ferner

* Bericht über die Tagung des Vorjahres in Bad Nauheim s. ETZ 1932, S. 1247.

Digitized by Google

E. Rupp, Berlin, über Zertrümmerung von Beryllium durch Lithiumstrahlen. Lithiumkanalstrahlen durchlaufen Spannungen von 300 kV und treffen auf eine 0,001 mm starke Berylliumfolie auf. Die entstehenden Atomtrümmer werden als Szintillationen oder mit der Nebelkammer beobachtet. In letzterer wurden Spuren von 32 und 28 cm Länge gefunden. Die Elementumwandlung (dies ist besser als Atomzertrümmerung) $Li^7 + Be^9 = C^{12} + He^4$ würde wohl wegen des Massenverlustes für das He^4 als α-Teilchen eine Reichweite von 35 cm ergeben, jedoch ist aus theoretischen Gründen eine andere Elementumwandlung anzusetzen.

Am 2. Verhandlungstage waren Parallelsitzungen notwendig. Zunächst einige Vorträge über Lichtelektrizität:

W. Schottky und **F. Waibel**, Berlin, Die Elektronenleitung des Kupferoxyduls. Zur Deutung der Sperrschichtwirkung wurde der Hall-Effekt der Schicht bis 850 ° C gemessen. Zwischen 400 und 500 ° ändert die Hall-Konstante ihr Vorzeichen. Daraus wird gefolgert, daß der Strom in der Sperrschicht nicht von Leitungselektronen getragen wird, sondern durch Nachrücken von fester gebundenen Elektronen von Atom zu Atom durch Fehlstellen im gestörten Cu_2O-Gitter, und zwar scheint ein Cu zu fehlen.

H. Teichmann, Dresden, Zur Theorie des Kristallphotoeffektes. Einwände gegen die bereits früher in den Proc. Roy. Soc. veröffentlichte Theorie werden widerlegt.

F. Rother und **H. Bomke**, Berlin, Neue Fortschritte auf dem Gebiete der Sperrschicht-Photozellen. Die Güte der Sperrschicht, die Größe des Photoeffektes und des Widerstandes sollten für Cu_2O durch Fremdzusätze getrennt werden; diese bestehen meist aus aufgedampften Pt-, Au- und Ag-Schichten, welche sich mit Grundmetall legieren. Dabei diffundiert der Sauerstoff durch diese Schicht nicht molekular, sondern atomar. Die Empfindlichkeit der Zellen wird durch diese Zusätze wesentlich gesteigert und die Temperaturabhängigkeit vermindert.

R. Suhrmann, Breslau, Über den äußeren lichtelektrischen Effekt bei tiefen Temperaturen. Mit einer besonders konstruierten Zelle wurde die Verschiebung der langwelligen Grenze des Photoeffektes untersucht. Für atomares Kalium auf atomarem Silber ergaben sich dabei Unterschiede mit der Temperatur.

W. Kluge, Berlin, Zur lichtelektrischen Sensibilierung des Cäsiums. Lichtelektrische Zellen mit einer von Ultrarot bis nach Ultraviolett reichenden Empfindlichkeit wurden dadurch geschaffen, daß die Unterlage, z. B. Ag oder Cu, mit Cs_2O verbunden und darauf noch eine atomare Cs-Schicht niedergeschlagen wurde. Dabei ergeben sich mehrfache selektive Maxima, aus deren Lage auf den Aufbau der lichtempfindlichen Schicht geschlossen wird.

Die nächsten Berichte beschäftigen sich mit Gasentladungen.

A. Gehrts, Berlin, Der Niederspannungsbogen. Zur Berechnung des Anteils positiver Ionen am Stromtransport wird der Aufbau einer Raumladeschicht vor der Kathode berechnet. Bei Glühkathoden beträgt der Anteil rd. 0,7 %. Beim Quecksilber-Lichtbogen steigt das Kathodenfeld und damit auch der Kathodenfall. Der Anteil der positiven Ionen steigt auf 2 %. Diese können ein Feld von 10^5 V/cm vor der Kathode aufbauen. Aus der Schottkyschen Beziehung über die Erniedrigung der Austrittsarbeit bei hohen Feldern wird auf autoelektronische Elektronenemission im Brennfleck eines Quecksilber-Lichtbogens geschlossen.

W. Koch, Berlin, Neue Messungen im Vorstromgebiet gittergesteuerter Entladungsgefäße. Die Gasteilchen ändern die Ströme von der Kathode zum Gitter und zur Anode vor der Zündung des Entladungsgefäßes. Die durch Stoß gebildeten Ionen vermindern die Steuerwirkung des Gitters und erhöhen dadurch den Anodenstrom. Außerdem setzen sie die negative Raumladung an der Kathode herab. Der zur Kathode fließende Teil ist so klein, daß Änderungen im Vorstrom nicht wahrgenommen werden. Aus den für negative und positive Zündkennlinien gemessenen Vorstromwerten wird die Zündbedingung abzuleiten versucht.

H. Geffcken und **H. Richter**, Leipzig, Die Definierung mehrerer Spannungsschwellen durch ein Glimmrohr. Das Rohr enthält eine stabförmige Kathode, welche sich in Abhängigkeit von der Spannung verschieden lang mit Glimmlicht überzieht. Mehrere längs des Rohres verteilte Sonden werden also abhängig von der Stellung des Glimmlichtes Strom führen. Damit ergibt sich die Möglichkeit, einen Spannungsregler mit dem Glimmrohr zu bauen, welcher ein absolutes Potential halten kann. Auch lassen sich Dreieckspannungen mit dem Glimmrohr erzeugen, mit denen beim Fernsehen mit Braunschen Röhren gleichzeitig der Bild- und Zeilenwechsel gesteuert werden kann. Das Glimmrohr läßt sich auch als fast trägheitslos arbeitender Stromwender für Stromrichterschaltungen benutzen.

Auf dem Gebiete der Akustik lagen nur zwei Vorträge vor:

E. Meyer, Berlin (nach gemeinsamen Versuchen mit **L. Cremer**), Über die Hörsamkeit holzausgekleideter Räume. Aus Messungen in der mit Sperrholz ausgekleideten Messehalle in Köln-Deutz ergab sich eine Abstrahlung des Körperschalles im Holz von weniger als 1 ··· 5 % des Luftschalls. Das Mitschwingen des Holzes trägt wenig zur Hörsamkeit bei. Wohl aber beeinflußt Holz, vor allem wenn es freischwingend ist, die Nachhallzeit, weil es im Gegensatz zu porösen Stoffen die hohen Frequenzen weniger dämpft. Die Nachhallzeit ist dort, aber auch im Gewandhaussaal und in der Thomaskirche in Leipzig kürzer, als sich aus der Raumgröße als Optimum errechnet, sie bleibt aber über den untersuchten Frequenzbereich bis 4000 Hz nahezu konstant (zwischen 1 und 2 s). Im Gegensatz dazu fällt die Nachhallzeit im Völkerschlachtdenkmal und in Hallräumen stark mit steigender Frequenz ab. Die Holzauskleidung regelt demnach die Nachhallzeit.

J. v. Braunmühl, Berlin, Intensitätsverhältnisse von natürlichen Klangbildern mit besonderer Berücksichtigung der Rundfunksendung. Die im Konzertsaal vorkommenden Intensitätsunterschiede von 1 : 1000 kann der Rundfunk nicht mitmachen. Hier greift der Tonmeister ein und regelt die Verstärkung. Messungen zeigen den zeitlichen Anteil der Schallstärke für Sprache und die verschiedenen Arten der Musik. Daraus ergibt sich dann die erlaubte Höchstaussteuerung. Der Verlauf des zeitlichen Anteils der prozentualen Aussteuerung zeigte die Abweichung vom natürlichen Klangbild im Sinne eines Ausgleichs der Intensitätsunterschiede. Um dabei trotzdem künstlerische Feinheiten noch herauszubringen, kann man nicht selbsttätig steuern, sondern der Tonmeister muß vorsorglich eingreifen.

In der Parallelsitzung wurden meist Fragen der Spektroskopie behandelt, von den übrigen Vorträgen seien einige genannt:

Br. Zipperich, Halle, Über einen Proportionalverstärker zum Nachweis einzelner Korpuskularteilchen. Die Ionisation eines α-Strahles und eines Elektrons ist in einem Zählrohr verschieden groß. Bei selbsttätiger Registrierung ließ sich bisher ein Unterschied nicht feststellen. Mit dem neu gebauten Apparat erhält man für beide Arten den gleichen Verstärkungsfaktor bis 10 000 und kann somit den Ionisator unterscheiden.

G. Jaeckel, Berlin, Eine neuartige Lupe, die ihr Gesichtsfeld selbst beleuchtet. Dies wird dadurch erreicht, daß die Linse etwa halbkugelig gestaltet ist und durch sphärische Abweichung aus dem Raum Licht sammelt und das Gesichtsfeld gleichmäßig erhellt.

C. Ramsauer, Berlin, Über eine neue Methode zur Erzeugung höchster Drucke und Temperaturen. Sie besteht darin, daß man eine Gewehrkugel mit einer Geschwindigkeit von einigen hundert m/s in einen zweiten geschlossenen Lauf hineinschießt. Die Kugel erreicht nicht den Boden, drückt jedoch das Gas erheblich zusammen. Die Kugel pendelt dabei 20- ··· 30mal zwischen beiden Läufen hin und her, wie mit Zeitlupe bis zu 80 000 Bilder/s festgestellt wurde. Im komprimierten Gas wird die Dichte erheblich gesteigert. Die durch thermische Ionisation hervorgerufene Strahlung hat ihr Maximum im Ultravioletten und kann 20 000 ··· 40 000 ° C erreichen. Zu ihrer Beobachtung war der Boden aus einer Quarzplatte hergestellt. Beabsichtigt sind Messungen der elektrischen Leitfähigkeit. Der Druck ließ sich bisher noch nicht messen.

Seemann, Freiburg i. B., Versuche der Doppelbrechung von Röntgenstrahlen an Kristallen. Die Aufnahmen wurden auf Veranlassung von M. v. Laue mit der Absicht durchgeführt, die Doppelbrechung der Röntgenstrahlen nachzuweisen. Die gezeigten Platten zeigten den Effekt.

Digitized by Google

Das zweite Hauptthema behandelte:

Grenzen der elektrischen Messung.

Für den verhinderten W. Gerlach, München, sprach als erster:

M. Czerny, Berlin, Grenzen der Meßempfindlichkeit und Meßgenauigkeit. Die Materie ist ebenso wie der Strom und die elektromagnetische Strahlung diskontinuierlich, die hierdurch gezogenen Grenzen sind nicht überschreitbar, spielen aber z. Z. noch keine Rolle. In der Optik sind wir wegen der Größe der Lichtwellenlänge zuerst an eine Grenze gekommen. Mit der Elektronenoptik könnte man die mikroskopische Vergrößerung um eine Zehnerpotenz verbessern. Die Schwankungserscheinungen thermodynamischer Art schaffen uns wegen der Nullpunktswanderungen eine Grenze in der Galvanometrie, die bei etwa $20 \cdot 10^{-20}$ Ws liegt. Ebenso sind wir beim Elektrometer mit rd. 1000 Elektronen an der Grenze. Von unseren Sinnen ist im Sichtbaren das Auge bis nahezu an die Grenze des Meßtechnischen ausgenutzt, das gleiche gilt für das Ohr, für Tastsinn dagegen nicht.

R. Vieweg, Berlin, Aufzeichnung von veränderlichen Größen. Es wurde eine sehr gute Übersicht über die Bereiche schreibender Meßgeräte gegeben. Die mechanischen Strichschreiber zeichnen Gleichströme mit dem Tintenschreiber auf bis 0,5 mA, mit dem Kompensographen bis 1 μA. Die Frequenzregistrierung erreicht eine Genauigkeit von 1 ‰. Von den Strahlschreibern arbeiten der Schleifen- und der piezoelektrische Oszillograph mit einem Lichtstrahl, der Kathodenstrahl-Oszillograph mit einem Elektronenstrahl. Letzterer erfordert viele Hilfsgeräte und stellt wohl die Grenze eines einheitlichen Meßgerätes dar.

K. Küpfmüller, Danzig, Messungen bei sehr hohen Frequenzen. Um die Fehler durch die Zuleitungen, Störfelder und Erdkapazitäten bei den Messungen bis 10^9 Hz übersehen zu können, wurde der Verlauf des Widerstandes von Drähten und Rohren mit der Frequenz bestimmt, ebenso die Eindringtiefe der Wellen in Eisen- und Kupferbleche und die in ihnen hervorgerufenen Wärmeverluste. Bei der Schirmwirkung von Cu-Blechen ist jedes Loch der Ausgangspunkt von Wellen. Mehrfach hintereinander angeordnete Bleche werden zur Verbesserung der Schirmwirkung voneinander isoliert und nur an einem Punkt verbunden. Der Hauteffekt wird bei Karbowid-Widerständen erst oberhalb 10^8 Hz merklich. Die Schwierigkeiten und Grenzen der Strom- und Spannungsmessung wurden behandelt. Mit Thermoelementen und -umformern erreicht man 10^8 Hz, ebenso mit Zweifadenelektrometer und Röhrenvoltmeter besonderen Aufbaus. Für das Gebiet der Ultrakurzwellen ($< 10^8$ Hz) fehlt noch fast jede Meßtechnik.

Von den Einzelvorträgen wurden einige noch am Vormittag, die Mehrzahl nachmittags in zwei Parallelsitzungen gehalten.

R. Feldtkeller, Berlin, Darstellung und Messung elektrischer Vorgänge (Analyse und Statistik). Zur Feststellung der Störungen, wie sie bei der Trägerfrequenztelephonie in Hochspannungsleitungen, beim Rundfunkempfang oder auch durch Maschinen hervorgerufen werden, ist ein Oszillogramm meist unzweckmäßig. Man stellt vielmehr den zeitlichen Verlauf der Energie in schmalen Frequenzbändern fest und wertet diese Aufzeichnungen statistisch aus. Für viele Zwecke der Technik genügt ein so grobes Amplitudenspektrum in Verbindung mit statistischen Häufigkeitskurven.

M. v. Ardenne, Berlin, Eine neue Methode zur Beseitigung der Verzerrungen durch Raumladung in Braunschen Röhren. Bei gaskonzentrierten Elektronenstrahlen ist die Ablenkempfindlichkeit in der Nähe des Nullpunktes geringer. Diese Anomalie wird dadurch beseitigt, daß man die Ablenk-Erdplatte unterteilt und den Hälften ein gleich großes positives und negatives Potential gegen Erde erteilt, so daß auch bei überlagerter Wechselspannung die Ablenkfeldstärke nie zu Null wird.

E. Brüche und **O. Scherzer**, Berlin, Der Kathodenstrahl-Oszillograph als Problem der Elektronenoptik. Die größte Ablenkung erhält man bei Anordnung der Ablenkplatten in der Ebene der magnetischen Konzentration. Zur Erzielung eines kleinen Leuchtflecks muß die Elektronengeschwindigkeit am Gegenstand kleiner als am Bild sein. Dies wird durch geeignete Form der Elektronenlinse erreicht. Ein empfindlicher Niederspannungs-Oszillograph mit Hochvakuum enthält deshalb unterteilte Ablenkplatten mit abgestuften Vorspannungen.

W. Heimann, Berlin, Erweiterung des hochfrequenten Meßbereiches des Braunschen Kathodenstrahl-Oszillographen mit Gaskonzentration. Infolge des Einflusses der Ionen verlagert sich mit der Frequenz der Brennpunkt der Raumladungslinse. Durch Formgebung und Leitendmachen des Rohres werden Frequenzen bis 10^6 Hz erreicht.

H. Sell, Berlin, Aufzeichnung von mechanischen und elektrischen Schwingungen bis zu 7000 Hz in Tintenschrift. Bei dem von Sell angegebenen Schalldüsenbolometer werden kleinste mechanische Bewegungen quantitativ in Stromgrößen umgesetzt. Nach diesem Grundsatz ist ein „Mikrotaster" gebaut, welcher einige zehntausend Mal vergrößert. Dadurch lassen sich kleinste mechanische Deformationen elektrisch aufzeichnen. Nimmt man die zu registrierenden Vorgänge ähnlich wie bei der Schallplattentechnik mechanisch auf, dann lassen sie sich durch den Mikrotaster mit großer Übersetzung in der Amplitude und großer Untersetzung in der Registrierzeit mit einem normal nicht zu erreichenden Registriergeschwindigkeits-Maßstab mit dem Tintenschreiber aufzeichnen.

W. Janovsky, Berlin, Über die magnetoelastische Messung von Druck-, Zug- und Torsionskräften. Die Abhängigkeit der magnetischen Eigenschaften einer Nickel-Eisen-Legierung von dem mechanischen Spannungszustand wird zur Messung mechanischer Kräfte und Momente ausgenutzt, indem die dabei auftretende Änderung der Magnetisierbarkeit gemessen wird. Diese beträgt bei geeignet vorbehandelten Meßkörpern bis zu 30 %, so daß sie ohne Verstärkung gemessen oder aufgezeichnet werden kann. Auch Stoßvorgänge oder schnelle Schwingungen lassen sich einwandfrei messen.

R. Tamm, Berlin, Genauigkeit von Wechselstrom-Meßbrücken. Die kleinste noch feststellbare Verstimmung der Brücke ist die Unsicherheit der Einstellung, welche sich bei Benutzung von Verstärkern bis auf 10^{-8} treiben läßt. Die zum Vergleich benutzten Normale sind jedoch weniger genau festgelegt und verändern unter dem Einfluß der Umgebung, Erschütterungen usw. noch ihren Wert, so daß die absolute Sicherheit der Messung viel geringer wird. Der Verlustwinkel von Induktivitäten und Kapazitäten und ihre Komponenten in ohmschen Widerständen sollen möglichst klein sein. Bei letzteren wird dies nach einem Vorschlag von Wirk durch Ineinanderschachtelung von Abschirmungen jeder Dekade mit einer Zeitkonstante $< 10^{-9}$ erreicht. Mit einer Klein-Phasenmeßbrücke nach Wirk lassen sich auch absolute Phasenwinkel messen.

J. Krönert, Berlin, Neuere Meßmethoden mit Schwingkontakt-Gleichrichtern. Durch einen Wechselstrommagneten werden schwingende Zungen als Kontakte mit praktisch absolut konstanten Schaltzeiten betätigt. Aus einem Wechselstrom kann man abhängig von der Phasendifferenz zwischen Erregerstrom und gleichzurichtendem Strom ein beliebiges Stück herausgreifen. Dadurch ergeben sich eine Anzahl neuer Meßverfahren für Wechselstrom mit den höher empfindlichen Gleichstromgeräten. Mit den Schwingkontakt-Gleichrichtern lassen sich Phasenwinkel bestimmen und auch Wechselstromkurven aufnehmen.

H. Ewest, Berlin, Technische Strom-, Spannungs- und Wattmessungen bei wechselstrombetriebener Gasentladungslampe. Da Strom und Spannung nicht mehr sinusförmig verlaufen, ergeben sich Abweichungen für die Effektivwerte. Diese sind bei bekannter Kurvenform zu berechnen.

L. Rohde, Jena, Fortschritte auf dem Gebiet der Isolierstoffe für Hochfrequenz. Bei den unter dem Namen Kalan und Ultrakalan in den Handel gebrachten keramischen Stoffen[1] ist der Verlustwinkel gegenüber Hartgummi etwa 15-, gegenüber Pertinax etwa 100mal kleiner. Spulen geringer Verluste werden durch aufgebrannte und elektrolytisch verstärkte Metallschichten mit keramischem Füllkörper hergestellt. Kalan läßt sich auch mit Glas verschmelzen und zu Quetschfüßen von Kurzwellenröhren verarbeiten.

H. G. Möller, Hamburg, Kurzwellen-Meßtechnik. Bei Wellenlängen von 1 m werden L, C, R und λ mit einem Lecher-System gemessen. Dies System wirkt auf den Erregerkreis zurück. Diese Beeinflussungen werden berechnet und zur Bestimmung der Meßgrößen ausgenutzt.

[1] ETZ 1933, S. 543 u. 545.

Digitized by Google

L. Pungs, Braunschweig (nach gemeinsamer Arbeit mit **Rieche**), Neues Hochfrequenzkalorimeter zur Untersuchung dielektrischer Verluste. Der Aufbau des Kalorimeters wurde beschrieben, mit welchem Transformatorenöl von $750 \cdots 7 \cdot 10^5$ Hz untersucht worden ist.

L. Pungs, Braunschweig (nach gemeinsamer Arbeit mit **Hoyer**), Messung von Phasenwinkeln bei Hochfrequenz nach einer elektrooptischen Methode. Hierzu werden zwei gekreuzte Kerr-Zellen benutzt, von denen die eine durch die Spannung, die andere indirekt durch den Hochfrequenzstrom beeinflußt wurde. Bei einer Phasenverschiebung hellt sich das Feld in Abhängigkeit von φ auf.

M. H. Gloeckner und **H. Plendl**, Berlin, Polarisationsmessungen zur Untersuchung der nächtlichen Peilstrahlwanderung bei der Funkpeilung. Die Bodenwelle wird durch eine Antennenanordnung nach Adcock ausgeschaltet. Die Polarisation der Luftwelle und ihre zeitliche Veränderung werden mit einem Braunschen Rohr festgestellt. Der hochfrequente Phasenunterschied bleibt bei der niederfrequenten Lissajous-Figur erhalten. Ein Film zeigte deutlich die Verschiebungen der Polarisation, als deren Ursache geringfügige schnelle Änderungen des Erdmagnetfeldes angegeben werden. Bei einer Phasendifferenz zwischen Boden- und Luftwelle wird das Peilminimum wegen des Drehfeldes unscharf.

E. Kramar, Berlin, Mittel zur Seiten- und Höhenmessung beim Landen eines Flugzeuges mit Hilfe ultrakurzer Wellen. Die horizontale Richtung wird durch zwei Kurzwellenstrahler festgelegt, die komplementäre Zeichen senden. Die Abweichung vom Dauerstrich wird optisch und akustisch festgestellt. Das Gerät für die Vertikalnavigation erlaubt das Fliegen auf einer Feldstärkenkurve. Es kommt hier darauf an, daß der Flieger in einer flugtechnisch möglichen Kurve vom Horizontalflug zur Landung übergeht.

Für die Vorträge am Freitag, dem 22. IX. 1933, waren Parallelsitzungen angesetzt. Aus der großen Zahl seien folgende die Elektrotechnik betreffende hervorgehoben:

E. Brüche und **H. Johannson**, Berlin, Metallographische Untersuchungen mit dem Elektronenmikroskop[2]. Eine mit Bariumazid aktivierte Nickelfolie wurde elektronenmikroskopisch abgebildet. Nach Überheizung zeigten sich Kristallite in der Folie, die sich mit der Zeit besser entwickelten und in ihrer Form mit dem später durch Ätzen gewonnenen metallographischen Bild übereinstimmen. Das Auflösungsvermögen des optischen Mikroskops wird noch nicht übertroffen.

O. v. Auwers, Berlin, Volumenmagnetostriktion von Poly- und Einkristallen. Bis zum Erreichen der technischen Sättigung ist die Volumenmagnetostriktion verschwindend klein, oberhalb derselben kann sie recht beträchtlich sein und nimmt linear mit der äußeren Feldstärke zu. Bei Einkristallen war dies Verhalten unabhängig von der Richtung des Feldes zum Kristallgitter. Die Größe des Effektes wird von der chemischen Zusammensetzung stark beeinflußt.

O. Dahl und **J. Pfaffenberger**, Berlin, Das Permalloy-Perminvar-Problem: Die Abhängigkeit der magnetischen Eigenschaften bei Eisen-Nickel-Legierungen von der Wärmebehandlung.

H. Straubel, Jena, Untersuchungen von Schwingungen piezoelektrischer Kristallplatten. Die Form der Schwingungen wurde durch Verlauf der Interferenzstreifen beobachtet. Quarz unterteilt sich nicht sauber, Turmalin schwingt wesentlich gleichmäßiger.

F. Trendelenburg, Berlin (Untersuchungen mit Elektronenbeugung, gemeinsam mit **E. Franz** und **O. Wieland**), Zur Struktur der Kohlenstoffe. Die Effekte der Elektronenbeugung kommen vornehmlich in den Oberflächenschichten zustande, die der Röntgenstrahlinterferenzen in den tieferen Schichten. Ein Vergleich beider Aufnahmen an Graphiten verschiedenster Kristallgrößen führt zu der Annahme, daß die den Basisflächen parallelen Oberflächenschichten elektronenoptisch glatt, alle anders orientierten Flächen rauh sind.

R. Suhrmann, Breslau, Elektronenbeugungsversuche an Halbleiter-Kristallflächen. Die an Bleiglanzoberflächen reflektierten Elektronen zeigen Interferenzen. Unmittelbar nach einer Elektronenbeschießung sind sie verschwunden, treten aber nach einiger Zeit wieder auf. Die Erscheinung wird durch eine Ansammlung von Elektronen in der Nähe der Kationen bei der Elektronenbeschießung gedeutet.

H. Raether, München, Elektroneninterferenzen an geschmirgelten und polierten Flächen. Beim Polieren, Drücken und Hämmern von Metallen werden die einzelnen Atome direkt an der Oberfläche ähnlich dicht wie bei einer Flüssigkeit gepackt. Die gemessenen Atomabstände sind weitgehend unabhängig vom Material und der Art der Oberflächenbehandlung gleich 2,8 Å. Man hat hier eine plastische Verformung. Bei Isolatoren wird keine Strukturveränderung beobachtet. Beim Ritzen und Schmirgeln werden auch bei Metallen normale Interferenzen gefunden.

Die Tagung nahm einen sehr angeregten und harmonischen Verlauf. An dem vortragsfreien Mittwoch-Nachmittag war Gelegenheit gegeben, die Schönheiten der fränkischen Landschaft und die alten Städtchen Wertheim und Miltenberg a. M. kennen zu lernen. Einen künstlerischen Genuß erlesener Art vermittelte ein Kammermusikabend in dem köstlichen Kaisersaal der Residenz. Als Tagungsort für 1934 ist Bad Pyrmont vorgesehen.

E. Lübcke.

[2] Vgl. ETZ 1933, S. 1122.

Der Spannungsabfall in Dreiwicklungstransformatoren.

Von Dipl.-Ing. **A. Friedmann**, Mannheim.

Übersicht. Es wird ein auf die Ersatzschaltung des dreistrahligen Impedanzsterns für den Dreiwicklungstransformator gegründetes Verfahren angegeben, nach dem die Spannungsabfälle in einem solchen Transformator bei Belastung berechnet werden können. An einem Beispiel werden die Bestimmung der erforderlichen Daten des Transformators aus der Kurzschlußmessung und die Spannungsabfallberechnung erläutert.

Theoretische Grundlagen.

Für den Dreiwicklungstransformator läßt sich eine Ersatzschaltung ableiten, bei der die drei Wicklungen durch drei Impedanzen dargestellt werden, die in einem Sternpunkt zusammengeschaltet sind[1]. (Abb. 1. Die drei Impedanzen dürfen dabei nicht mit drei in Stern geschalteten Impedanzen in den drei Phasen eines Drehstromsystems verwechselt werden.)

Die bekannte Ersatzschaltung des gewöhnlichen Zweiwicklungstransformators, die dort der Berechnung des Spannungsabfalls zugrunde gelegt wird, ist durch eine einzige Impedanz Z dargestellt. Somit kann man sich den Dreiwicklungstransformator durch drei Zweiwicklungstransformatoren ersetzt denken, die auf die gemeinsame Sammelmaschine 0 arbeiten. Für andere Anschlüsse ist aber diese Schiene nicht zugänglich, so daß sich Leistungszu- und -abfluß aus den drei angenommenen Zweiwicklungstransformatoren unbedingt die Waage halten müssen.

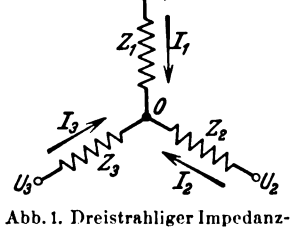


Abb. 1. Dreistrahliger Impedanzstern als Ersatzschaltung des Dreiwicklungstransformators.

Auf jeden dieser drei Zweiwicklungstransformatoren läßt sich nun zur Berechnung des Spannungsabfalls die in § 16 der R.E.T.[2] angegebene Formel anwenden. Dabei ist aber zu beachten, daß im allgemeinen die Nennleistungen

[1] A. Boyajian, J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 24, S. 345 (1924). V. Genkin, Rev. gén. Électr. Bd. 26, S. 987 (1929).

[2] Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren, VDE 0532/1930.

Digitized by Google

der drei Wicklungen des Transformators verschieden sind, und daß zudem nur selten alle drei Wicklungen gleichzeitig mit ihrer Nennleistung beansprucht werden. Die Streuspannungs- und ohmschen Spannungsabfälle sind aber für alle drei Wicklungen auf die gleiche Leistung N_0 zu beziehen. (Als Bezugsleistung wählt man vorteilhaft die der am höchsten belastbaren Wicklung.) Mit Rücksicht auf die jeweilige Belastung muß demnach noch der Belastungsfaktor m eingeführt werden:

$$m = \frac{\text{augenblickliche Leistung der Wicklung}}{N_0}.$$

Die erwähnte Formel zur Berechnung des Spannungsabfalls in einem Zweiwicklungstransformator lautet:

$$u_\varphi = u'_\varphi + 0{,}5\,u''^2_\varphi \quad \text{oder in \%:} \quad u_\varphi\,\% = u'_\varphi\,\% + \frac{u''^2_\varphi\,\%}{200}.$$

Dabei ist:

$$u'_\varphi = m\,(u_r \cos\varphi + u_s \sin\varphi),\quad u''_\varphi = m\,(u_r \sin\varphi - u_s \cos\varphi).$$

Nach dem oben Erwähnten müssen diese Formeln für den Dreiwicklungstransformator dreimal angewandt werden, je einmal für jede Wicklung. Die Ergebnisse werden dann entsprechend zusammengesetzt.

Die Bestimmung von u_r und u_s für jeden der gedachten Zweiwicklungstransformatoren geschieht aus drei Kurzschlußmessungen, bei denen jeweils eine Wicklung offen bleibt. Es ergeben sich daraus dreimal die Summen je zweier Wicklungsimpedanzen, aus denen sich in einfacher Weise die einzelnen Impedanzen berechnen lassen. Mißt man außerdem noch die Spannung an der jeweils offenen Wicklung, so hat man eine gute Nachprüfung für die in der oben angegebenen Weise ermittelten Impedanzwerte, denn die Spannung an der offenen Wicklung ist, wie sich aus der Ersatzschaltung leicht ersehen läßt, gleich dem Spannungsabfall in der jeweils kurzgeschlossenen Wicklung allein.

Bei bestimmten, nicht seltenen Wicklungsanordnungen kann der induktive Teil einer der drei Impedanzen einen negativen Wert annehmen, also seltsamerweise ins Kapazitive übergehen. Dieser kapazitive Wert bleibt aber stets wesentlich kleiner als jeder der beiden anderen induktiven. Bei dem Vergleich der ohmschen Widerstandsanteile der drei Impedanzen mit den gemessenen Gleichstromwiderständen können sich größere Abweichungen durch den nicht erfaßbaren Einfluß der Wirbelstromverluste in den stromlosen Wicklungen zeigen. Man rechnet darum richtiger mit den gemessenen Gleichstromwiderständen; die vernachlässigte Widerstandserhöhung durch die Stromverdrängungsverluste ist für die Berechnung der Spannungsabfälle praktisch bedeutungslos.

Beispiel.

Die Anwendung des angegebenen Verfahrens läßt sich am besten an einem Beispiel erläutern. Zunächst sollen aus den Ergebnissen der Kurzschlußmessungen die Werte u_r und u_s für die einzelnen Wicklungen bestimmt werden. Mit diesen werden dann für einen angenommenen Belastungsfall die Spannungsabfälle in dem Transformator bestimmt. — Daten des Dreiwicklungstransformators:

Wicklung		I.	II.	III.
Nennleistung	MVA	25	10	20
Nennspannung	kV	100	30	6
Schaltung	—	Y	Y	Δ
Nennstrom	A	144	192	1924

Ergebnisse der Kurzschlußmessungen, umgerechnet auf eine Wicklungstemperatur von 75 ° C:

gespeiste Wicklung	kurzgeschl. Wicklung	gespeist mit			Wicklungsverluste		Spannung an der offenen Wicklung	
kV	kV	kV	u_k %	A	kW	u_r %	kV	%
100	30	6,89	6,89	57,7	40,1	0,401	0,436	7,27
100	6	8,12	8,12	115,5	97,5	0,488	2,68	8,93
30	6	3,55	11,83	192	48,2	0,241	4,47	4,47

Diese Werte werden auf die gemeinsame Bezugsleistung $N_0 = 25$ MVA umgerechnet:

gespeiste Wicklung	kurzgeschl. Wicklung	gespeist mit			Wicklungsverluste		Spannung an der offenen Wicklung	
kV	kV	kV	u_k %	A	kW	u_r %	kV	%
100	30	17,23	17,23	144	251	1,00	1,09	18,18
100	6	10,15	10,15	144	152,5	0,61	3,35	11,16
30	6	6,87	29,58	481	301	1,20	11,18	11,18

Aus den Werten der Kurzschlußspannungen u_k und ohmschen Spannungsabfälle u_r werden nun die Streuspannungen u_s errechnet nach der Formel:

$$u_s = \sqrt{u_k^2 - u_r^2}.$$

Es ergibt sich folgende Aufstellung:

$$u_{k_{12}} = 17{,}23\,\%, \quad u_{r_{12}} = 1{,}00\,\%, \quad u_{s_{12}} = 17{,}20\,\%,$$
$$u_{k_{23}} = 29{,}58\,\%, \quad u_{r_{23}} = 1{,}20\,\%, \quad u_{s_{23}} = 29{,}55\,\%,$$
$$u_{k_{31}} = 10{,}15\,\%, \quad u_{r_{31}} = 0{,}61\,\%, \quad u_{s_{31}} = 10{,}13\,\%.$$

Die Aufteilung der ohmschen Spannungsabfälle und der Streuspannungen auf die einzelnen Wicklungen erfolgt in bekannter Weise nach der Formel:

$$u_{s_1} = \frac{u_{s_{12}} - u_{s_{23}} + u_{s_{31}}}{2} = \frac{17{,}20 - 29{,}55 + 10{,}13}{2} = -1{,}11\,\%$$

usw. Damit wird:

$$u_{s_1} = -1{,}11\,\%, \quad (u_{r_1} = 0{,}205\,\%), \quad u_{r_1} = 0{,}26\,\%, \quad u_{k_1} = 1{,}14\,\%,$$
$$u_{s_2} = 18{,}31\,\%, \quad (u_{r_2} = 0{,}795\,\%), \quad u_{r_2} = 0{,}58\,\%, \quad u_{k_2} = 18{,}32\,\%,$$
$$u_{s_3} = 11{,}24\,\%, \quad (u_{r_3} = 0{,}405\,\%), \quad u_{r_3} = 0{,}22\,\%, \quad u_{k_3} = 11{,}24\,\%.$$

Die eingeklammerten Werte von u_r sind aus den Ergebnissen der Kurzschlußmessungen errechnet und durch den Einfluß zusätzlicher Wicklungsverluste gefälscht. Die anderen u_r-Werte sind aus den gemessenen Gleichstromwiderständen abgeleitet und werden der weiteren Rechnung zugrunde gelegt. Die Wicklungsimpedanzen u_k errechnen sich aus:

$$u_k = \sqrt{u_r^2 + u_s^2}.$$

Sie werden zur Sicherheit mit den aus der Spannung an der freien Wicklung direkt bestimmten Wicklungsimpedanzen verglichen

aus den Kurzschlußmessungen errechnet:	direkt gemessen:	Abweichung:
$u_{k_2} = 18{,}32\,\%$,	$u_{k_2} = 18{,}18\,\%$,	$-0{,}8\,\%$,
$u_{k_3} = 11{,}24\,\%$,	$u_{k_3} = 11{,}16\,\%$,	$-0{,}7\,\%$,
	$u_{k_3} = 11{,}18\,\%$,	$-0{,}5\,\%$.

Damit sind alle Daten des Dreiwicklungstransformators für die Berechnung der Spannungsabfälle bei verschiedenen Belastungen bestimmt. Sie seien nochmals zusammengestellt:

$$N_0 = 25\ \text{MVA},$$
$$u_{r_1} = 0{,}26\,\%, \quad u_{s_1} = -1{,}11\,\%,$$
$$u_{r_2} = 0{,}58\,\%, \quad u_{s_2} = 18{,}31\,\%,$$
$$u_{r_3} = 0{,}22\,\%, \quad u_{s_3} = 11{,}24\,\%.$$

Welche Spannungsverhältnisse stellen sich an diesem Transformator ein, wenn er von der 100 kV-Seite gespeist wird, die 6 kV-Seite mit 18 MVA, $\cos\varphi = 0{,}7$ nacheilend und die 30 kV-Seite mit 8 MVA, $\cos\varphi = 1$ belastet sind?

1. Energiebilanz:

Wicklung		100 kV	30 kV	6 kV
Scheinleistung	MVA	24,3	8,0	18,0
$\cos\varphi$		0,85	1	0,70
$\sin\varphi$		0,527	0	0,714
Wirkleistung	MW	20,6	8,0	12,6
Blindleistung	MVA	12,9	0	12,9
Belastungsfaktor m		0,972	0,32	0,72

2a. Spannungsabfall in der 100 kV-Wicklung:

$$m_1 = 0{,}972,$$
$$u_{r_1} = 0{,}26\,\%, \qquad u_{s_1} = -1{,}11\,\%,$$
$$\cos\varphi_1 = 0{,}85, \qquad \sin\varphi_1 = 0{,}527,$$
$$u'_{\varphi_1} = 0{,}972 \cdot (0{,}26 \cdot 0{,}85 - 1{,}11 \cdot 0{,}527) = -0{,}354\,\%,$$
$$u''_{\varphi_1} = 0{,}972 \cdot (0{,}26 \cdot 0{,}527 + 1{,}11 \cdot 0{,}85) = 1{,}05\,\%,$$
$$u_{\varphi_1} = -0{,}354 + \frac{1{,}05^2}{200} = -0{,}35\,\%.$$

Als Folge der negativen Streuspannung der 100 kV-Wicklung stellt sich also an dieser ein negativer Spannungsabfall ein. Wäre eine der beiden anderen Wicklungen nicht belastet, so würde sich an dieser als Folge der Belastung der anderen Wicklungen eine allerdings ganz geringe Spannungserhöhung zeigen.

Digitized by Google

2b. Spannungsabfall in der 30 kV-Wicklung:

$m_2 = 0{,}32,$

$u_{r_2} = 0{,}58\,\%, \qquad u_{s_2} = 18{,}31\,\%,$

$\cos\varphi_2 = 1{,}0, \qquad \sin\varphi_2 = 0,$

$u'_{\varphi_2} = 0{,}32 \cdot 0{,}58 \cdot 1{,}0 = 0{,}186\,\%,$

$u''_{\varphi_2} = 0{,}32 \cdot (-18{,}31 \cdot 1{,}0) = -5{,}86\,\%,$

$u_{\varphi_2} = 0{,}186 + \frac{5{,}86^2}{200} = 0{,}36\,\%.$

2c. Spannungsabfall in der 6 kV-Wicklung:

$m_3 = 0{,}72,$

$u_{r_3} = 0{,}22\,\%, \qquad u_{s_3} = 11{,}24\,\%,$

$\cos\varphi_3 = 0{,}70, \qquad \sin\varphi_3 = 0{,}714,$

$u'_{\varphi_3} = 0{,}72 \cdot (0{,}22 \cdot 0{,}70 + 11{,}24 \cdot 0{,}714) = 5{,}89\,\%,$

$u''_{\varphi_3} = 0{,}72 \cdot (0{,}22 \cdot 0{,}714 - 11{,}24 \cdot 0{,}70) = -5{,}55\,\%,$

$u_{\varphi_3} = 5{,}89 + \frac{5{,}55^2}{200} = 6{,}04\,\%.$

Der gesamte Spannungsabfall an den Klemmen der 30 kV-Seite beträgt gegenüber den Klemmen der 100 kV-Seite:

$$u_{\varphi_{12}} = u_{\varphi_1} + u_{\varphi_2} = -0{,}35 + 0{,}36 = 0{,}01\,\%.$$

Die Spannung an den Klemmen der 30 kV-Seite wird im vorliegenden Belastungsfall sich gegenüber der Leerlaufspannung praktisch nicht ändern. Die Spannung an den Klemmen der 6 kV-Seite sinkt gegenüber der Spannung im Leerlauf um

$$u_{\varphi_{13}} = u_{\varphi_1} + u_{\varphi_3} = -0{,}35 + 6{,}04 = 5{,}69\,\%.$$

Es wird sich also eine Spannung einstellen von $6 \cdot (1 - 0{,}0569) = 5{,}66$ kV.

Das Verfahren läßt sich auch auf Zweiwicklungstransformatoren anwenden, bei denen eine Wicklung aus zwei Teilen, z. B. Stammwicklung und Regelwicklung besteht, wobei die Regelwicklung der Stammwicklung zu- oder gegengeschaltet sein kann.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Die Gewinnung elektrischer Kraft aus Hausmüll[1] in Lyon. — Die Stadt Lyon hat kürzlich eine neue Anlage für die Verwertung und Verbrennung von Müll im Interesse der Krafterzeugung in Betrieb genommen. Die Anlage selbst besteht aus 3 Abteilungen, nämlich aus dem Eingang und der Aufbereitung des Mülls, aus den Verbrennungsöfen und Dampfkesseln und schließlich aus dem Kraftwerk. Der mit Lastkraftwagen herangefahrene Müll wird in 2 große Bunker gekippt, gelangt von hier aus auf einen Trommelscheider, wo die feinen Teile (Erde, Aschen usw.) ausgeschieden werden, dann weiter über einen Magnetscheider zum Ausscheiden der Eisenteile. Auf einem langsam bewegten Förderband werden schließlich die Lumpen, Knochen und sonstige, für die Verbrennung unerwünschte Stoffe von Hand ausgelesen. Der Müll wird nunmehr in Bunker oberhalb der Verbrennungsöfen hochgefördert und fällt über Aufgabetrichter in diese Öfen, von denen 3 vorhanden sind. Jeder Ofen besitzt 2 Roste, einen oberen und einen unteren. Der größte Teil des Mülls verbrennt auf dem oberen Rost; die unverbrannten Teile und die Aschen fallen dann auf den unteren. Ein Kratzer zieht die Asche selbsttätig ab. Wegen der großen Rostfläche von 40 m² und der dünnen Müllschicht kommt man mit einem Druck für die Verbrennungsluft von weniger als 60 mm WS. aus. Zu jedem Ofen gehört ein Dampfkessel von 500 m². Der erzeugte Dampf dient zur Gewinnung von elektrischer Kraft in 3 Wechselstromerzeugern von 300 bzw. 2100 bzw. 4200 kW. Die Gruppe von 300 kW, die den Bedarf des Werkes selbst deckt, besteht aus einer Turbine mit 9000 U/min und einem Stromerzeuger von 1500 U/min unter Zwischenschaltung eines Geschwindigkeitsvermin derers. Die beiden anderen Gruppen (Turbinen und Stromerzeuger) arbeiten mit 3000 U/min. Bei der Abnahme ergaben sich folgende Werte:

Eingang an Müll	187 418 kg
ausgeschiedene Teile	44 307 „
verbrannte Teile	143 111 „
Heizwert des Mülls	1 620 kcal
Feuchtigkeitsgehalt des Mülls	37,5 %
Dampfdruck	16,495 kg/cm²
durchschnittliche Dampftemperatur	407,5 °
erzeugte kWh je kg Müll	187
durchschnittliche Temperatur des Speisewassers	37,2 °
Wirkungsgrad der Anlage	53,9 %.

Verlangt war ein Wirkungsgrad von 51,9 % unter Berücksichtigung eines Feuchtigkeitsgehaltes von 20 %. Der erreichte Wirkungsgrad von 53,9 % bei einem Feuchtigkeitsgehalt von 37,55 % bei den Abnahmeversuchen ist daher als besonders günstig anzusehen. (Génie Civ. Bd. 52, S. 517.) *Kp.*

Wiedergewinnung unverbrannter Teile hinter Wanderrosten bei der Krafterzeugung. — Beim Wanderrostbetrieb ist stets mit einer mehr oder weniger großen Menge unverbrannter Teile zu rechnen, die den Wirkungsgrad der Anlage erniedrigen, wenn sie nicht wiedergewonnen und verwertet werden. Um diese Verwertung gleich an Ort und Stelle ohne Handarbeit vorzunehmen, wurde eine Brecher-Vergasungsanlage gebaut, die sich hinter dem Wanderrost befindet. Die Aschen- und unverbrannten Brennstoffteile fallen dabei am Ende des Wanderrostes in einen viereckigen, mit einem Wassermantel ausgestatteten senkrechten Behälter, an dessen unterem Ende sich ein Walzenpaar zum Brechen der Aschen- und Brennstoffteile befindet. Unter den Walzen ist eine Wind-Eintrittsöffnung vorgesehen, so daß Luft von unten nach oben durch die Walzen dem Strom der vom Wanderrost herunterfallenden Teile entgegenfließt. Diese Luft bewirkt eine Vergasung der unverbrannten Teile mit dem Ergebnis, daß das Gas nach oben in die Verbrennungskammer steigt und hier verbrannt wird. Im praktischen Betrieb konnte auf diese Weise eine erhebliche Verminderung der unverbrannten Teile in den Rückständen beim Wanderrostbetrieb nachgewiesen werden; ebenso stieg der Kohlendioxyd-Gehalt in den Abgasen, ein weiterer Beweis für die besseren Verbrennungsverhältnisse. Die Kosten für die Unterhaltung der Ergänzungsanlage und für ihren Betrieb machen höchstens 0,5 % der verwirklichten Brennstoffersparnisse aus. Der Walzenantrieb erfolgt durch einen hydraulischen Motor, der höchstens 1,5 PS benötigt, während der Motor für das Gebläse 2,5 PS erfordert. Es können Aschen und Rückstände mit bis zu 45 % unverbrannten Teilen auf die Weise mit dem Ergebnis behandelt werden, daß schließlich nur noch 2 ··· 4 % unverbrannte Teile vorhanden sind. Die Leistungsfähigkeit der Anlage ist je nach Größe 250 ··· 500 kg Aschen und Rückstände/h. (Combustion, Nov. 1931, S. 30.) *Kp.*

Leitungen.

Maschine zur Längenmarkierung auf Leitungen. — B. & F. Carter & Co., Rochdale, bauen eine Vorrichtung, mit deren Hilfe man auf isolierten Leitungen Längsmarkierungen in beliebig einstellbaren Abständen anbringen kann. Sie wird von dem hindurchlaufenden Draht selbst angetrieben, indem dieser das Meßrad, welches entsprechenden Durchmesser besitzt, mitnimmt. Es lassen sich Längsmarken jeden beliebigen Abstandes anbringen; außerdem dient eine durch Fußhebel zu betätigende Schneidvorrichtung zum Abschneiden bestimmter Längen. Diese Maschine ermöglicht das schnelle und fehlerfreie Abmessen und Abschneiden von Leitungstücken bestimmter Länge, ferner das mühelose Feststellen der Länge von aufgetrommelten Leitungen und schließlich die Vermeidung unnötigen Abfalls. (Electrician Bd. 110, S. 79.)

Eg.

Ionisationswirkungen bei getränkter Papierisolation. — Bei gewissen Isolierölen bewirken Koronaentladungen einen starken Anstieg der dielektrischen Verluste, auch wenn sämtliche Verunreinigungen und Sauerstoff sorgfältig entfernt worden sind. Die Versuche wurden mit Hilfe einer evakuierten Leistungsfaktor-Meßzelle durch-

[1] Vgl. ETZ 1907 S. 641, 670, 691, 712, 826, 1074.

Digitized by Google

geführt. Das zu untersuchende getrocknete und entgaste Öl wird zwischen zwei Rohrelektroden mit 15 kV Wechselspannung „bombardiert", Gasbläschen zeigen die Ionisation an. Nach 6½stündiger Behandlung wurden der Leistungsfaktor und der Widerstand des Öls von 100 ° C abwärts in Stufen von je 10 ° gemessen, danach wurde das Bombardement für die gleiche Zeitdauer wiederholt und abermals gemessen. Flüssiges Paraffin zeigt z. B. folgendes Verhalten: Der mittels Schering-Brücke gemessene Leistungsfaktor betrug

bei der Messung bei	40°	70°	100°
vor dem Bombardement	0,1	0,2	0,4
nach 6,5stündigem Bombardement	0,2	0,7	2,8
nach 13 „ „ „	0,3	1,3	4,7

Zur Ausschaltung möglicher Fehlerquellen wurde mit außerordentlicher Sorgfalt vorgegangen unter Heranziehung spektroskopischer und ultramikroskopischer Verfahren zur Feststellung von Verunreinigungen auch in kolloider Form. Als kabeltechnisch wichtiges Ergebnis ist festzustellen: Tritt bei einem Kabel im Betriebe Ionisation auf, so kann die Tränkmasse selbst zerstört werden, ihre dielektrischen Verluste können erheblich wachsen. Die Zerstörungsprodukte brauchen jedoch nicht gleichmäßig über die Kabellänge verteilt zu sein, sondern können an gewissen Stellen sich häufen und den Durchschlag vorbereiten. (K. S. Wyatt, Electr. Wld., N. Y., Bd. 100, S. 152.) *Eg.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Die Verhütung von Maximumüberschreitungen beim Fremdstrombezug. — Um bei Verrechnung mittels Maximumzählers die erhebliche Verbilligung der Stromkosten bei Werten unterhalb des Maximums auch voll ausnutzen zu können, ist eine Einrichtung zur selbsttätigen Begrenzung der abgenommenen Leistung erforderlich. Der von K. Ratschke angegebene Maximumzähler[1] besitzt eine Isolierscheibe *a* (Abb. 1), die elektrisch oder mechanisch

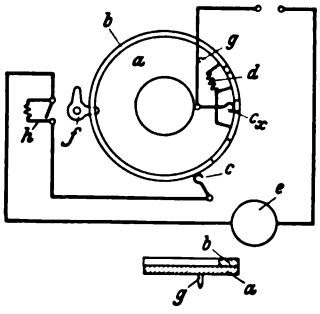


Abb. 1.

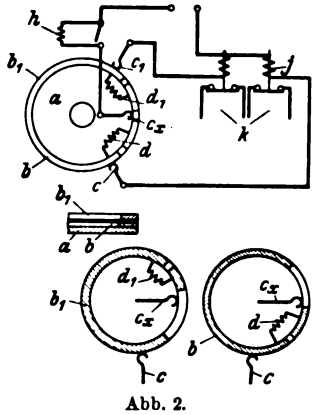


Abb. 2.

Maximumzähler.

durch ein Uhrwerk angetrieben wird. Ihre Geschwindigkeit kann geregelt werden. Die Wirkungsweise dieser Scheibe ist dieselbe wie die des Mitnehmers des Maximumzeigers bei den jetzigen Maximumzählern, jedoch nur mit dem Unterschied, daß sich die Scheibe immer konstant bis an das eingestellte höchste Maximum dreht, um dann nach jeder viertel oder halben Stunde mit dem Mitnehmer des Maximumzeigers gleichzeitig in die ursprüngliche Stellung zurück zu schnellen. Der Anfang der Isolierzone muß immer mit der Endstellung des Maximums am Ende der eingestellten Zeit zusammenfallen. Dadurch daß die Scheibe *a* in der eingestellten Zeit gleichmäßige Drehungen vornimmt, der Mitnehmer des Maximumzeigers je nach der Belastung sich schneller oder langsamer dreht, entsteht eine Differenz in der Länge des zurückgelegten Weges, die zum Anzeigen der Über- oder Unterschreitung des Maximums benutzt wird.

Wie die Abb. 1 schematisch zeigt, besitzt die Scheibe *a* Stromzuführungsringe *b*, auf denen Schleifkontakte *c* schleifen und Verbindungen herstellen. Der Ring *b* wird unterteilt, so daß 10 ··· 20 % Über- oder Unterschreitungen des Maximums gemeldet werden, beispielsweise vermittels des eingebauten Widerstandes *d* und der Glocke *e*, die leise ertönt. Bei weiterer Über- oder Unterschreitung läutet dann die Glocke schrill. Außerdem ist ein verstellbarer Drehschalter *f* angebracht, der durch einen Anschlag *g* der Scheibe *a* ein- oder ausgeschaltet wird und einige Minuten vor Erreichung des Maximums den Widerstand *h* kurzschließt, so daß dann in dieser Zeit auch bei kleinerer Über- oder Unterschreitung des Maximums die Glocke schrill läutet. Eine Änderung des Fremdstrombezuges ist nur bei schrillem Ertönen der Glocke vorzunehmen. Der Maximumzeiger erhält einen Schleifkontakt c_x, an dem die Stromzuführung angeschlossen ist, während der andere Schleifkontakt den Strom wieder ableitet und eine Glocke, ein Relais oder einen Selbstschalter *e* in Bewegung setzt. Bei reinem Fremdstrombezug schaltet letzterer nur dann aus, wenn entweder der Widerstand *d* oder *h* überbrückt ist. Die Wiedereinschaltung kann dann selbsttätig oder von Hand erfolgen.

Das Schema gemäß Abb. 2 gilt für den Fall, daß der Fremdstrom mit einem eigenen Kraftwerk parallel arbeitet. Wenn bei Über- oder Unterschreitung des Maximums die Teilleistung aufgenommen oder abgegeben werden soll, so ist eine besondere Umsteuerung notwendig. Auf den Stromring *b* kommt ein zweiter b_1, beide sind zwar gleich ausgeführt, ihre Anfangstellungen sind jedoch um einen Winkel versetzt. Der Kontakt c_1 schleift auf b_1 und *c* auf *b*. Der Kontakt c_x schleift dagegen auf dem oberen und dem unteren Ring. Ist c_x auf b_1, so schleift c_x bei *b* auf der Isolation. Der Strom wird jetzt über ein Relais *j* geführt, durch welches infolge Öffnens und Schließens der Leitung *k* eine Übernahme oder Abgabe der Leistung des eigenen Werkes durchgeführt wird. Sollten dagegen mehrere Stufen erwünscht sein, so werden mehrere Stromzuführungsringe konzentrisch auf der Scheibe *a* verteilt. Die Schleifkontakte stehen dann senkrecht zur Scheibe, wobei auf der unteren Seite der Scheibe zwecks Anbringung der Kontakte die Stromringe geschlossen sind. Arbeitet z. B. eine Umformeranlage mit einer Gleichstromzentrale parallel, so darf die erste Stufe erst wirken, wenn der Drehschalter *f* den Widerstand *h* kurzgeschlossen hat (Abb. 1). Ist jedoch die Über- oder Unterschreitung des Maximums in dieser Zeit größer, so wird von den Schleifkontakten die zweite Stufe erreicht, und trotz ausgeschaltetem Drehschalters erfolgt schon die Einregelung. Es wird dann z. B. bei Maximumüberschreitungen das Kurzschließen eines kleinen Teiles des vorgeschalteten Feldwiderstandes des Generators eintreten. Je mehr Stufen vorhanden sind, desto mehr Zu- und Abschaltungen können vorgenommen werden. Bei Unterschreitung des Maximums dagegen wird ein kleiner Widerstand vor das Feld des Generators vorgeschaltet. Alle diese Zu- und Abschaltungen gehen über das Relais *j*, das dann je nach der Stufenzahl auch aus mehreren Relais zusammengesetzt sein kann. Da der Maximumzeiger sowie die Isolierscheibe dauernd sichtbar sind, kann jederzeit das Maß der Über- oder Unterschreitung abgelesen und das Gerät überwacht werden.

K. Ratschke, Neusattl b. Karlsbad.

[1] Mehrfach patentiert, DRP. 42 201.

Bahnen und Fahrzeuge.

Akkumulatorlokomotive im Grubenbetrieb. — In dem Bericht von W. Jurden, beratendem Ingenieur der Anaconda Copper Mining Company, auf der Weltkraftkonferenz in Stockholm[1] zu den elektrischen Kraftanwendungen in Kupferbergwerken und metallurgischen Anlagen wird auch auf die Akkumulator-Schienenlokomotiven im Wettbewerb zu Dampf-, Diesel- und dieselelektrischen Lokomotiven für den Transport der Erzwagen eingegangen. In den Erzgruben ist die richtige Wahl des Zugmittels, da die Gleisanlagen mit dem Fortschritt des Abbaues im Tagebau Umänderungen erfahren, nicht leicht. Elektrische Lokomotiven sind anpassungsfähiger als Dampflokomotiven, bereiten aber mit der Stromzuführung und der Aufladung bei reinen Akkumulatorenlokomotiven Schwierigkeiten. Für die Diesel- und dieselelektrischen Lokomotiven wirkt sich der niedrige Belastungsfaktor mit etwa 12 % in den Gruben trotz des an sich gegenüber Dampflokomotiven mit Ölfeuerung weit geringeren Ölverbrauchs ungünstig aus, da bei 12 % der Ölverbrauch dreimal so hoch ist als bei 75 % Belastungsfaktor. Das Öl muß schon sehr wohlfeil sein, wenn die Diesellokomotive gegen die Dampflokomotive wirtschaftlicher sein soll. Dazu kommt, daß die Gruben in 3000 ··· 3300 m Höhe über Meeresspiegel liegen, in der eine Diesellokomotive ohne hinreichende Aufladung etwa 30 % ihrer Leistung verliert. Dies erfordert beim Bedarf einer 70 t-Lokomotive den Kauf einer 100 t-dieselelektrischen

[1] ETZ 1933 S. 953.

Digitized by Google

Lokomotive, womit die festen Kosten erhöht werden. So wandte man sich im Jahre 1925 auf einer Grube der Akkumulator-Kontaktgleis-Lokomotive zu, die im Abbau mit Batterie, 240 V, und außerhalb desselben mit Fahrdraht oder dritter Schiene, 660 V, fährt. Das Gewicht beträgt 73 t. Die Stundenleistung ist bei 600 V 12 000 kg mit 15 km/h, die Dauerleistung bei 600 V 3300 kg mit 22,4 km/h, die Dauerleistung bei 240 V 4500 kg mit 7,4 km/h. Die Lokomotive mit zwei Drehgestellen hat an jeder Achse einen staubdicht gekapselten, federnd aufgehängten Gleichstrommotor der Serientype mit Wendepolen, der mit Schneckengetriebe 15 : 70 die Achse treibt. Die Batterie besteht aus 120 Zellen der schweren Bleitype mit einer 6-Stunden-Leistung von 1000 Ah. Die Schaltung der Geschwindigkeit erfolgt elektropneumatisch. Die Schaltkontakte werden mit Preßluft von 30 at betätigt, die Ventile zu den Preßluftzylindern elektromagnetisch. Der Strom hierfür wird der Batterie entnommen über eine Führer-Schaltwalze, die zwei Hebel, „Geschwindigkeit" und „Umschalten", hat. Der Geschwindigkeitshebel kann auf die verschiedenen Fahrstellungen eingestellt werden und ist auch mit dem „Totmannsknopf" ausgestattet. Der Umschalthebel hat die Stellungen „Auf", „Vorwärts" und „Rückwärts". Der Geschwindigkeits- und Umschalthebel sind mechanisch derart gekuppelt, daß der Umschalthebel in der „Auf"-Stellung sein muß, bevor der Geschwindigkeitshebel bewegt werden kann. Die Führer-Schaltwalze ist auch für das selbsttätige Umschalten zwischen Batterie und dritter Schiene oder Fahrdraht in „Auf"-Stellung eingerichtet. Die Batterieladung erfolgt selbsttätig, sobald die Lokomotive mit der dritten Schiene oder Fahrdraht verbunden ist, mittels eines 40 kW-Motorgenerators, 600 ··· 300 V, der durch einen kontaktmachenden Amperestundenmesser und einen batterieladenden Spannungsregler gesteuert wird. Eine selbsttätige Übertragungseinrichtung zwischen den Schleifschuhen und dem Stromabnehmerbügel verhindert die gleichzeitige Stromentnahme aus zwei Quellen. Diese Lokomotiven haben sich im Betrieb der Grube wirtschaftlich wie betrieblich bestens bewährt und ihre Überlegenheit gegen Dampflokomotiven erwiesen. (W. Jurden, Bericht v. d. Weltkraftkonferenz, Teiltagung Skandinavien 1933.) *Pge.*

Fernmeldetechnik.

Maximale Leistung, Wirkungsgrad und optimaler Außenwiderstand von Endröhren. — Bisher mußte bei Aufstellung der Anpassungs- und Leistungsbedingungen für Endröhren von Niederfrequenzverstärkern zwischen gitterstromlos gesteuerten Trioden, in das positive Gitterspannungsgebiet gesteuerten Trioden und Pentoden unterschieden werden. Diese Unterscheidung wird überflüssig, wenn man nicht von dem normalen, für die Verstärkung maßgebenden Innenwiderstand $R_{iV} = \frac{de_a}{di_a}$ ausgeht, sondern einen neuen, für die Leistung maßgebenden Innenwiderstand R_{iL} einführt, der gleich der reziproken Steigung der Begrenzungsgeraden des ausnutzbaren Gebietes des e_a-i_a-Kennlinienfeldes ist. Die gitterstromlos gesteuerte Triode erscheint dann als Spezialfall mit $R_{iV} = R_{iL}$. Maximal abgebbare Leistung und Wirkungsgrad einer Endröhre werden um so günstiger, je kleiner R_{iL} und je größer die Anodenspannung E_a bei gegebener zulässiger Anodenverlustleistung $N_{v\max}$ ist. Führt man als Zusammenfassung dieser Daten einer Endröhre die dimensionslose Größe $z = \frac{R_{iL} N_{v\max}}{E_a^2}$ ein, so lassen sich maximale Leistung, aufgenommene Gleichstromleistung, Verlustleistung und Wirkungsgrad als Funktion von z darstellen. Bei einer gegebenen Röhre braucht man dann nur z zu berechnen, um diese Größen einem Kurvenblatt entnehmen zu können. Allerdings muß noch berücksichtigt werden, ob die Röhre als „A-" oder „B-Verstärker" betrieben wird. Diese in den V. S. Amerika gebräuchliche abgekürzte Bezeichnung für die Betriebsart eines Verstärkers ist sehr einfach und zweckmäßig. Es bedeuten: A-Verstärker: Die Steuerung erfolgt symmetrisch um einen in der Mitte des geraden Teiles der Arbeitskennlinie liegenden Arbeitspunkt. B-Verstärker: Der Arbeitspunkt liegt am unteren Knick. Die Steuerung erfolgt unsymmetrisch. Für Niederfrequenzverstärkung wird er ausschließlich in Form des Gegentaktverstärkers angewendet. C-Verstärker: Der Arbeitspunkt liegt jenseits des unteren Knicks. Er wird nur für Hochfrequenzverstärkung verwendet. — Aus der Begrenzung der Gleichstromaufnahme beim A-Verstärker und der Anodenbelastung beim B-Verstärker durch die maximal zulässigen Anodenverluste ergeben sich charakteristische Werte für z. Ober- und unterhalb dieser Werte gelten verschiedene Anpassungsbedingungen (R. Urtel, Telefunkenztg. 1932, S. 28). *H. Bkm.*

Ausbau des nordamerikanischen Funkfernsprech-Verkehrs. — Im ersten Viertel des laufenden Jahres sind die nordamerikanischen Funkfernsprech-Beziehungen beträchtlich erweitert worden, u. zw. nach Panama, der Panama-Kanal-Zone, nach Costa Rica, nach den Philippinen und endlich nach Palästina (Jerusalem, Haifa und Jaffa). Die Funkverbindungen nach Panama, der Kanalzone und Costa Rica werden von der neuen Kurzwellenstation Miami (Florida) der American Telephone and Telegraph Co. sowie von Funkstationen bei Panama City und bei San Jose (Costa Rica) vermittelt; ein Dreiminutengespräch von New York kostet 21 $. (Miami vermittelt außer diesen neuen Verbindungen auch noch den Funkfernsprech-Verkehr von Nordamerika nach den Bahama-Inseln, nach Columbien und nach Venezuela.) Die neue Funkfernsprech-Verbindung nach den Philippinen verläuft über Kurzwellenstationen in San Francisco und in Manila und bildet die zweite nordamerikanische Verbindung über den Stillen Ozean (die erste geht nach Hawai); ein Dreiminutengespräch zwischen San Francisco und Hawai kostet 30 $. Palästina (Jerusalem, Haifa und Jaffa) endlich wird über den normalen transatlantischen Funkfernsprechweg, eine Kurzwellenverbindung London—Kairo und über von Kairo ausgehende Landlinien erreicht; ein Dreiminutengespräch New York—Palästina kostet 37,50 $. — An den genannten Funkfernsprech-Beziehungen nehmen alle Stationen des Bell-Systems in den V. S. Amerika, Kanada, Kuba und Mexiko teil. (Bell Teleph. Quart. Bd. 12, S. 141.) *But.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Berechnung des Anfachmechanismus von Schwingungen bei einer Elektronenröhre in Barkhausen-Kurz-Schaltung. — Auf Grund energetischer Betrachtungen wird die „negative Dämpfung" einer Drei-Elektroden-Elektronenröhre in der bekannten Barkhausen-Kurz-Schaltung zu $\frac{\varkappa i \alpha_0}{4\pi C U_0}$ errechnet, wobei i der Emissionsstrom in schwingungslosem Zustand, C die Kapazität Anode—Kathode und $\varkappa$, α_0, U_0 Konstanten bedeuten, die sich aus den Röhrenabmessungen ergeben. Ist diese negative Dämpfung absolut genommen größer als die Dämpfung des Schwingungssystems, also in diesem Fall des Koppelsystems Lecherdraht—Elektronen, so werden Schwingungen angefacht, sonst nicht. An einem Beispiel wird das Zustandekommen der verschiedenen beobachteten Schwingungsbereiche gezeigt. Die Rechnung gestattet ferner die Berechnung der Schwingungsamplituden, die an einem Beispiel durchgeführt wird.

Es ergibt sich weiterhin, daß die Schwingleistung, die die Röhre abgibt, von der Spannung, die die Schwingung zwischen Anode—Kathode erzeugt, abhängig ist. Durch geeignete Anordnungen ist es daher u. U. möglich, die Schwingleistung bis zu einem Höchstwert zu steigern. Die höchste Schwingleistung einer Röhre errechnet sich zu $0{,}134 \varkappa i U_g$, wobei i den Emissionsstrom, U_g die dazugehörige Gleichspannung zwischen Kathode und Gitter und $\varkappa$ eine Konstante bedeuten, die von den Abmessungen des Gitters abhängt. Der beispielsweise Vergleich der Ergebnisse mit den von R. Wundt[1] experimentell gefundenen liefert eine gute Übereinstimmung. (H. Edler, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 12, S. 841.)

Zeitliche Desakkommodation kleiner symmetrischer und unsymmetrischer Hystereseschleifen. — Eine Reihe silizierter Eisensorten zeigen im Gebiete der Anfangspermeabilität nach einem Entmagnetisierungsprozeß eine erhöhte reversible Permeabilität, die mit der Zeit zuerst rasch und dann langsamer wieder verschwindet. Die Erhöhung der Permeabilität kann auch durch mechanische Beanspruchung der Proben oder durch Kommutieren eines größeren Gleichstromfeldes (analog — Wechselstromfelder) hervorgerufen werden. Dabei zeigt sich, daß unter gewissen Umständen das Absinken der Permeabilität aufgehalten oder auch in „ein erneutes Ansteigen" gewandelt werden kann. Den Wechselstromversuchen analoge ballistische Versuche erläutern das von vielen Forschern gefundene Drehen kleiner Hystereseschleifen und zeigen, daß

[1] R. Wundt, Z. Hochfrequenztechn. Bd. 36 (1930), S. 133.

Digitized by Google

einerseits die Zeitabhängigkeit eine Rolle spielt und anderseits eine Selbsterhöhung der Permeabilität durch das Messen auftreten kann, so daß das Meßergebnis gefälscht erscheint. (H. Atorf, Dissertation T. H. Stuttgart 1932; Z. Physik Bd. 76, S. 513.) *Sb.*

Magnetische Eigenschaften von Zinkferrit. — Bei der elektrolytischen Zinkgewinnung bleiben normalerweise bis zu 30 % ZnO als Verluste in den Rückständen, da das im Zinkferrit enthaltene ZnO von verdünnter Schwefelsäure nicht gelöst wird. Einem Vorschlage von Tainton[1] folgend, die relativ hohe Permeabilität des Zinkferrits dazu zu benutzen, diesen Bestandteil schon aus den Erzen auszuscheiden, haben Yogoro Kato und Takeshi Takei die magnetischen Eigenschaften des Zinkferrits näher untersucht. Zunächst wurde die chemische Formel mit $ZnO \cdot Fe_2O_3$ festgestellt. Weiterhin konnte nachgewiesen werden, daß das reine Zinkferrit $ZnO \cdot Fe_2O_3$ fast als nichtmagnetisch angesehen werden kann. Dagegen weisen Legierungen von Zinkferrit mit Fe_3O_4 und Fe_2O_3 höhere Werte für die Permeabilität auf. (Es werden keine Absolutwerte gegeben.) Aus größeren Meßreihen wird geschlossen, daß das mit Fe_3O_4 legierte Zinkferrit seine magnetischen Eigenschaften dem in feste Lösung gegangenen Fe_3O_4 verdankt, während diese im zweiten Falle auf die Gegenwart von Fe_2O_3 zurückzuführen sind, das als besondere Phase auftritt. Seltsamerweise wurde die höchste Permeabilität durch die Legierung von ZnO und Fe_2O_3 im Verhältnis 2 : 3 erzielt. Eine Erklärung dafür wurde nicht versucht. (Y. Kato und T. Takei, Vortrag v. d. Amer. Electrochem. Soc. 1930, Reprint 57-32.) *Krz.*

Verschiedenes.

Optischer Raumschutz. — Der von S & H ausgebildete Raumschutz wirkt in der Weise, daß aus unsichtbaren Strahlen eine Sperrzone gebildet wird, deren Verletzung zum Alarm führt. Der unsichtbare Schutzstrahl geht von einer elektrischen Glühlampe aus, bei der alle sichtbaren Strahlen durch ein Filter besonderer Art zurückgehalten werden (Abb. 3). Das Filter erscheint deswegen vollkommen undurchsichtig. Der unsichtbare Strahl fällt auf eine lichtelektrische Zelle, wobei ebenfalls ein Filter alle sichtbaren Strahlen zurückhält. Das gegenüber ähnlichen älteren Einrichtungen Neue besteht darin, daß die Anlage mit Wechsellicht arbeitet. Um die Glühlampe rotiert eine Blende (Abb. 4), die den Lichtstrahl in schneller Folge abblendet. Dadurch entsteht ein Wechsellicht bestimmter Frequenz, das von der erwähnten lichtelektrischen Zelle (Abb. 5) zu Wechselstrom gleicher Frequenz umgewandelt wird. Dieser Wechselstrom wird zunächst verstärkt, darauf gleichgerichtet und schließlich auf Relais übertragen. Diese sind so eingerichtet, daß sie so lange angezogen bleiben, als sie den vom Wechsellicht hervorgerufenen verstärkten und gleichgerichteten Strom erhalten. In allen anderen Fällen, wenn also der unsichtbare Strahl unterbrochen wird oder wenn irgendein Fehler an den Apparaten auftritt, schaltet sich selbsttätig ein Alarm ein. Die Benutzung des Wechsellichts bedeutet eine besondere Vorsichtsmaßregel, denn sie verhütet, daß jemand etwa mit Hilfe einer Ersatzlichtquelle den Alarm verhütet. Den gesamten Betriebstrom liefert das Netz. Da die unsichtbaren Strahlen genau wie sichtbare Lichtstrahlen von einem Spiegel reflektiert werden, besteht die Möglichkeit, den Strahl innerhalb der von der Optik und der Lichtquelle abhängigen Grenzen der Reichweite mehrfach umzulenken. Die Ansprechempfindlichkeit des Empfängers kann man verändern und nach Belieben einstellen.

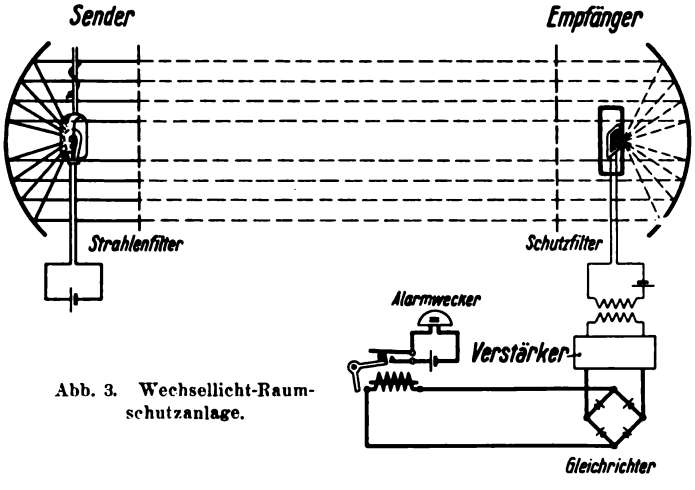
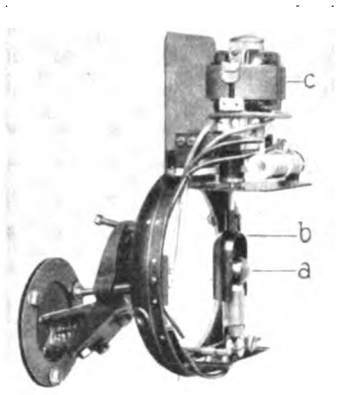
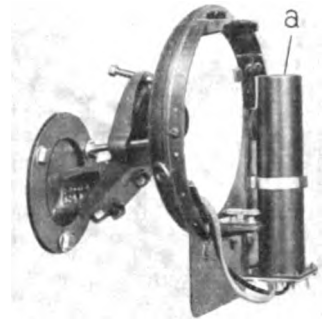


Abb. 3. Wechsellicht-Raumschutzanlage.



a Glühlampe *b* Blende *c* Motor

Abb. 4. Sender.



a lichtelektrische Zelle

Abb. 5. Empfänger.

Dieser Raumschutz läßt sich ohne große Umstände überall anwenden, wo irgendwelche Werte zu schützen sind. Den üblichen mechanischen und elektrischen Einrichtungen ist er vor allem durch seine leichte Einbaumöglichkeit überlegen. Insbesondere ist er dort am Platze, wo die zu schützenden Werte der Besichtigung zugänglich sein sollen, wie es z. B. in Sammlungen, Galerien, Museen usw. der Fall ist. Das Prinzip des Raumschutzes ermöglicht seine Verwendung auch zu anderen Zwecken. Der durch das Unterbrechen des unsichtbaren Strahles bewirkte Schaltvorgang kann beispielsweise auch dazu benutzt werden, um eine Tür zu öffnen, eine Beleuchtung einzuschalten, das Nahen von Personen und Fahrzeugen zu signalisieren und ähnliches. *Ka.*

Thermoelektrische Temperaturmessung. — Der Aufsatz aus der Feder eines Mitarbeiters der Firma Siebert, Hanau, gibt einen interessanten Überblick über die große Verwendbarkeit der thermoelektrischen Messung im Bereich von —200 bis + 3000 ° C. Bei tiefen Temperaturen dürfte es allerdings angebracht sein, auch heute noch, trotz der niederen Thermokraft, das Element Kupfer/Konstantan der empfohlenen Kombination Tellur/Platin vorzuziehen, da der Instrumentenbau genügend empfindliche Anzeigegeräte liefert. Besonders wertvoll sind ferner die Mitteilungen und Kurven über die Alterungserscheinungen der unedlen Thermoelemente. Da sich hierfür noch immer keine Abhilfe hat finden lassen, muß man bei genauen Messungen auf die bewährten, aber teueren Platinmetalle zurückgreifen, die erfreulicherweise durch die von der Firma herausgebrachte, um 30 % billigere Komponente Platin/Rhenium einen wertvollen Zuwachs erfahren haben. Diese neuen mit H_1 und H_2 bezeichneten Thermopaare besitzen ziemlich geradlinige Eichkurven, erfordern jedoch oberhalb 1000 ° gasdichten Einbau. Den Bereich bis 1400 ° beherrschen nach wie vor, besonders bei technischen Messungen, die Chromlegierungen, u. zw. Chromnickel gegen Nickel bis 1200 °, darüber hinaus Chromeisen. Letzteres wird mit der Komponente Palladium als neues Thermoelement unter der Bezeichnung H_3 ebenfalls von Siebert in den Handel gebracht. Für Temperaturen über 1500 °, wo die Platinmetalle infolge ihrer Zerstäubung versagen, hat Pirani bereits 1925 die Verwendung von Molybdän und Wolfram empfohlen. Inzwischen ist es gelungen, durch geeignete Zusätze dieses Thermoelement in eine praktisch brauchbare Form zu bringen, so daß es jetzt reproduzierbare Werte liefert. Seine EMK bei 2000 ° beträgt etwa 16 mV, die obere Verwendungsgrenze soll bei 3000 ° liegen. Infolge der leichten Oxydierbarkeit dieser Metalle ist dieses hochgradige Thermoelement nur in Wasserstoffatmosphäre oder in Vakuum verwendbar und

[1] U. C. Tainton, Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engr. Bd. 70, S. 486 (1924).

Digitized by Google

erfordert daher eine gasdichte Schutzarmatur. Als Werkstoffe für das Schutzrohr kommen wegen der Gasdichtigkeit nur Tonerde und Berylliumoxyd in Frage, deren äußerste Grenze bei 2400 °, nach anderen Angaben bei 1900 ° liegt. Diese nicht unerheblichen technischen Erschwerungen dürften den Gebrauch des Thermoelementes vorläufig auf Laboratoriumsöfen beschränken und auf alle diejenigen Fälle, wo das einfachere Gesamtstrahlungs-Pyrometer wegen Unzugänglichkeit des Meßraumes nicht verwendbar ist.

Im Zusammenhang hiermit sei auf den auf S. 155 der ETZ 1933 erschienenen Aufsatz von O. Feußner über das gleiche Thema hingewiesen, in welchem für Messungen bis 2000 ° ein Thermoelement von Iridium gegen eine Legierung von 60 % Rhodium und 40 % Iridium empfohlen wird. Alle diese interessanten metallographischen Fortschritte werden aber erst dann voll zur Geltung kommen, wenn es der Keramik gelungen ist, preiswerte Schutzrohre herzustellen, die bei diesen hohen Temperaturen genügende Gasdichtigkeit und Temperaturwechselbeständigkeit aufweisen. (Goedecke, Chem. Fabrik 1932, S. 361.) *Hse.*

Energiewirtschaft.

Das Großkraftwerk Třebovice, Tschechoslowakei. — Am westlichen Rande des Ostrau-Karwiner Kohlenrevieres liegt an der Oppa in unmittelbarster Nähe ihrer Mündung in die Oder das Dampfkraftwerk Třebovice. Die Leistung des Kraftwerkes beträgt gegenwärtig 42 000 kW, es wird auf 160 000 kW erweitert werden. Die Leistung wird durch 2 Drehstromgeneratoren von je 21 000 kW Höchstleistung, 3000 U/min, 6300 V, 50 Per/s aufgebracht, die direkt auf 2 Transformatoren von je 30 000 kVA, 6300/110 000 V und dann über die Verteilerstation 110 000 V auf das Fernleitungsnetz arbeiten.

Die Generatoren, Bauart Skodawerke, haben Sternschaltung, der Nullpunkt ist über einen 100 Ω-Widerstand geerdet, sie besitzen selbsttätige Spannungsregelung, System Tirrill, und Luftkreislaufkühlung. Die Transformatoren, Bauart Českomoravská — Kolben - Daněk, sind primärseitig in Dreieck, sekundärseitig in Stern geschaltet, der Nullpunkt der 110 kV-Wicklung ist direkt geerdet. Sie sind im Freien aufgestellt, haben Ölkreislaufkühlung und Wasserkühlung.

Vier Dreiwicklungs-Transformatoren sind mit je 15 MVA und einer Übersetzung von 110/22/6,3 kV aufgeführt. Die 110 kV-Seite hat Sternschaltung, ihr Nullpunkt ist direkt geerdet. Die 22 kV-Seite hat Sternschaltung, ihr Nullpunkt ist über eine Petersen-Spule geerdet, die 6,3 kV-Seite hat Dreieckschaltung.

Die Verteilerstation 110 kV, eine Freiluftstation, hat 2 Sammelschienen, Hufeisensystem, Trennschalter mit drehbaren Schaltmessern, Ölschalter je 300 A, Bauart Skoda—Houscht, sie ist mit drehbaren Schaltmessern, für Fernbetätigung mit Federkraftspeichern versehen. Die Ausschaltgeschwindigkeit beträgt 9,4 m/s, die Ausschaltleistung 400 MVA, Strom und Spannungswandler in einem Isoliergefäß mit Ölfüllung. Die Stromwandler sind als Kreuzringwandler ausgeführt.

Der Antrieb der Generatoren erfolgt durch Dreizylinder - Höchstdruck - Kondensationsturbinen, Bauart Skodawerke Prag, mit einem Frischdampfdruck von 125 at abs und 480 ° C. Der Läufer des Höchstdruckzylinders besteht aus 1 zweikränzigen Curtis-Rad von 900 mm Beaufschlagungsdurchmesser, gebildet aus 2 selbständigen Scheibenrädern, die auf die Welle aufgeschrumpft sind, und 10 einkränzigen Gleichdruckrädern von 650 mm Beaufschlagungsdurchmesser, die mit der Welle aus einem Stücke geschmiedet sind. Das Curtis-Rad hat Düsenbelastung. 3 selbsttätige Ventile regeln die Dampfzufuhr; ihrer vollen Eröffnung entspricht die wirtschaftliche Last von ungefähr 18 000 kW. Außerdem sind 2 selbsttätige Überlastventile vorhanden, die gedrosselten Frischdampf zur 8. Stufe leiten. Ihrer vollen Eröffnung entspricht die Höchstlast von ungefähr 21 000 kW. Alle 5 Ventile stehen unter dem Einfluß des Leistungsreglers. Zwischen dem 1. und 2. Zylinder findet eine Zwischenüberhitzung des Dampfes mittels Frischdampfs bis auf 350 ° C statt. Der Mitteldruckteil hat 8 einkränzige Aktionsräder von 850 mm Beaufschlagungsdurchmesser. Der Niederdruckzylinder hat 5 Gleichdruckstufen, jedoch 6 Räder; denn hinter dem vierten Rade teilt sich der Dampfstrom in zwei Hälften, um die beiden letzten Räder im Gegenstrom gleichzeitig zu beaufschlagen, bevor er in den Kondensator tritt. Diese zwei letzten Räder haben 1600 mm Beaufschlagungsdurchmesser.

Den Dampf von 135 at abs und 500 ° C liefern 3 Löffler-Kessel von je 65 000 kg stündlicher Normalleistung. Jeder Kessel hat eine Heizfläche von 1060 m² und Kohlenstaubfeuerung. Das Speisewasser wird mittels Anzapfdampfs dreistufig bis auf max. 207 ° C, entsprechend einer Belastung von 21 000 kW, vorgewärmt. Die Verbrennungsluft wird auf rd. 280 ° C im Lufterhitzer vorgewärmt.

Den Werksverbrauch an Dampf und elektrischem Strom deckt eine Niederdruckanlage von 23 at abs, 380 ° C und 3500 kW Leistung, 3150 V. Den Abdampf der Antriebsturbinen der Löfflerschen Dampfumwälzpumpen von rd. 1,6 at abs verarbeitet die Hausturbine in ihrem Niederdruckteil. Das Kühlwasser der Kondensatoren wird auf 2 Kühltürmen rückgekühlt. Verfeuert wird Ostrauer Staubkohle eines unteren Heizwertes von 6000 ··· 7000 kcal, der von der nur 1,3 km weit entfernten Station Schönbrunn-Witkowitz der Hauptstrecke Oderberg—Prerau zugeführt wird.

Alle Maschinen und Einrichtungen des Kraftwerkes können vom Fernschaltwerk — der Warte — aus betätigt werden.

Der Wärmeverbrauch je Kilowattstunde Nutzleistung des Kraftwerkes wurde bei 42 000 kW mit 3325 kcal, bei 29 450 kW mit 3280 kcal, bei 17 000 kW mit 3675 kcal gewährleistet.

Das gesamte z. Z. im Kraftwerk investierte Kapital beträgt ungefähr 10 Mill RM[1]. Das Kraftwerk Třebovice ist seit Neujahr im Betrieb, seine Einrichtungen, vor allem aber die Höchstdruckturbinen, haben sich gut bewährt.

Dr.-Ing. Ottokar Knab, Orlau.

[1] 1 RM = 8 Kč.

AUS LETZTER ZEIT.

Belastungsverlauf in Berlin während der Rede des Führers am 10. XI. 1933. — Die Ansprache Adolf Hitlers an die deutschen Arbeiter in Siemensstadt, die das ganze deutsche Volk über den Rundfunk miterlebte, wurde bekanntlich durch eine Betriebs- und Verkehrsruhe von 1 min Dauer eingeleitet. Die geschlossene Beteiligung des Volkes an der Kundgebung wird eindrucksvoll durch die Belastungskurve der BEWAG an diesem Tage belegt[1] (Abb. 1). Punkt 13 h fiel die Belastung um rd. 55 %, Straßen- und Stadtbahnen hielten still, die Fabriken schalteten die Motoren aus. Nach einer Minute hob sich die Belastung auf den Sonntagsstand und verblieb so während der einstündigen Rede, bis um 14 h mit dem Sirenenzeichen die Arbeit wieder einsetzte.

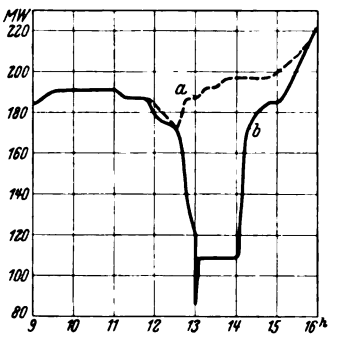


Abb. 1. Belastungskurven der BEWAG am 9. und 10. XI. 1933 (Kurve *a* bzw. *b*)

Betrieb des deutschen Kurzwellen-(Weltrundfunk-)senders. — Mit Wirkung vom 1. XII. ab sind für die deutschen Kurzwellensender folgende Betriebszeiten und Wellenlängen vereinbart worden:

Sender I:	13^{55} ··· 18^{00} MEZ	Welle	19,73 m,	Richtstrahler Nordamerika
	18^{00} ··· 18^{30} „	Umschaltpause		
	18^{30} ··· 03^{15} „	Welle	31,38 m,	Rundstrahler
Sender II:	13^{55} ··· 20^{00} „	Welle	25,51 m,	Richtstrahler Nordamerika
	20^{00} ··· 20^{30} „	Umschaltpause		
	20^{30} ··· 03^{15} „	Welle	49,83 m,	Richtstrahler Nordamerika.

Groß-Rundfunksender Budapest. — Der in Lakihegy errichtete neue ungarische Großsender wird in den nächsten Tagen mit Versuchsendungen beginnen. Der Sender hat 120 kW. Der Antennenmast von 284 m Höhe schwingt selbst als Antenne in der halben Wellenlänge des Senders. Der Mast ist eine Eisenkonstruktion in Form zweier mit den Grundflächen aufeinanderstehender schlanker Pyra-

[1] ELGAWE-Tagesfr. v. 27. XI. 1933.

Digitized by Google

miden. An seiner Spitze kann der Mast durch einen ausschiebbaren Stabmast von 30 m Länge in seiner Höhe zu Abstimmzwecken verändert werden, die Gesamthöhe beträgt also 314 m.

Russischer Wettbewerb auf dem Schwachstromgebiet? — Nach einer Meldung der Electr. Rev. (Bd. 113, S. 674) beabsichtigt die Sowjetregierung, die Einfuhr von Fernsprechgeräten zu verbieten; gleichzeitig wurde beschlossen, die Ausfuhr von Fernsprechgeräten und Einrichtungen in die Wege zu leiten; demnächst soll nach dieser Meldung ein größerer Posten für Ausfuhrzwecke zu niedrigen Preisen angeboten werden.

Elektrisierung des Warschauer Knotenpunktes. — Die in der ETZ 1932, S. 631, erwähnte Elektrisierung der Warschauer Eisenbahn ist nun um einen Schritt weitergekommen insofern, als die Arbeiten vergeben werden konnten. Sie wurden aus wirtschaftspolitischen Gründen nach England mit 18 Mill RM gegeben[1], während die in Polen selbst auszuführenden Arbeiten, insbesondere zum Bau der Triebwagen, 11 Mill RM betragen. *Chr.*

Londoner Straßenverkehr. — Als eine der ersten durchgreifenden Maßnahmen des neuen London Passenger Transport Board steht zur Zeit der Ersatz eines Teiles der Straßenbahnlinien durch Oberleitungs-Omnibusse in ernsthafter Erwägung. Die jetzige Streckenlänge des Londoner Verkehrsnetzes setzt sich wie folgt zusammen:

Untergrundbahnen	290 km
Omnibuslinien	3200 „
Straßenbahnen	530 „
Oberleitungs-Omnibusse . . .	30 „

Die Straßenbahnen reichen nicht in das Stadtinnere hinein. Selbst in den Vororten werden jedoch die Schienenstraßenbahnen im Verkehr als sehr störend empfunden. Der neue Plan sieht nun den Ersatz von rd. 140 km des Straßenbahnnetzes durch Oberleitungs-Omnibusse vor. Die geplanten Fahrzeuge sind mit 74 Sitzplätzen vorgesehen. *v. St.*

Elektrizitätsausbau in Ägypten. — Im Rahmen eines umfassenden Wasser- und Elektrizitätsversorgungsprogramms wurde kürzlich ein in Edfu (Oberägypten) zwischen Assuan und Luxor errichtetes Dampfkraftwerk in Betrieb genommen. Unternehmer ist das ägyptische Ministerium für öffentliche Arbeiten. Das Werk, das im Endausbau eine Maschinenleistung von 7500 kW haben soll, dient vorwiegend der Bewässerung eines jetzt unfruchtbaren Gebiets. 12 durch Elektromotoren angetriebene Pumpanlagen sind bereits in Arbeit, 5 weitere sind geplant. Gegenwärtig sind zwei Turbogeneratoren mit je 2500 kW Leistung eingebaut, außerdem für Reservezwecke eine Dieselanlage (166 kW, 230 V). Zwei Aufspannwerke mit einer Leistung von je 4000 kVA dienen der Aufspannung des Stroms von 3,3 auf 33 kV.

Vergrößerte elektrotechnische Erzeugung in Britisch-Indien. — Das Industrieamt in Bombay berichtet in seinem letzten Jahresheft über eine lebhafte Weiterentwicklung der elektrotechnischen Industrie innerhalb seines Tätigkeitsgebiets. So wurden in Bombay zwei Fabriken zur Herstellung von Bakelit-Installationsmaterial in Betrieb genommen, und die Errichtung zweier weiterer Unternehmungen dieser Art wird geplant. Eine andere Firma hat die Herstellung von Ventilatoren aufgenommen. Ferner wurde ein Betrieb zur Herstellung von Neonröhren errichtet, der erste dieser Art in Indien. Von verschiedenen Unternehmungen wurde die Herstellung von Batterien aufgenommen. Bemerkenswerterweise wurden auch Berechnungen darüber angestellt, ob und unter welchen Bedingungen eine einheimische Glühlampenfabrikation wirtschaftlich wäre.

Ludwig Baugatz & Co., Kondensatoren-Fabrik G. m. b. H., Berlin-Neukölln. — Die Firma hat im Interesse des Wiederaufbaues der Wirtschaft für Instandsetzungsarbeiten seit dem Frühjahr d. J. an Barmitteln mindestens 100 000 RM zur Verfügung gestellt. Die Belegschaftsziffer hat sich seit einigen Monaten um rd. 100 Personen erhöht, was hauptsächlich auf die Einführung des Volksempfängers „VE 301" zurückzuführen ist.

Polnische Glühlampen-AG. „Osram", Warschau. — In dem am 30. VI. 1933 abgeschlossenen Geschäftsjahr 1932/33 hat die Gesellschaft einen Reingewinn von 51 342 RM erzielt. Das Aktienkapital beträgt 575 000 RM. Es wird eine Dividende von 5 % ausgeschüttet.

[1] 1 RM = 0,05 £.

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

Patentanwaltsgesetz. Vom 28. IX. 1933. — Das bisher geltende Patentanwaltsgesetz vom 1. V. 1900 regelte nur die Vertretung vor dem Patentamt, nicht aber die sonstige berufliche Betätigung auf dem Gebiete des gewerblichen Rechtsschutzes, wie die Beratung, die Anfertigung von Schriftsätzen u. dgl. Die berufsmäßige Vertretung vor dem Patentamt war neben den Patentanwälten und Rechtsanwälten auch anderen Personen überlassen, soweit ihre Betätigung dem Präsidenten des Patentamts keinen Anlaß zum Ausschluß gab. Das neue 65 Paragraphen umfassende Gesetz beseitigt diese Mängel, nachdem sich die Patentanwaltschaft als wichtiges und zuverlässiges Organ der Rechtspflege auf diesem Gebiete bewährt hat; es verleiht ihnen durch Errichtung einer Anwaltskammer die längst verdiente Gleichstellung mit den Rechtsanwälten.

Die Anforderungen an die Berufsausbildung der Patentanwälte sind unverändert geblieben, nur die erforderliche Dauer der praktischen Tätigkeit auf dem Gebiete des gewerblichen Rechtsschutzes ist von zwei auf drei Jahre erhöht worden (§ 4). Neu ist die Einrichtung, daß neben dem Patentanwalt ein ständiger Vertreter in einer besonderen Spalte der Liste der Patentanwälte eingetragen werden kann, der dem Kreise der im Vorbereitungsdienst bei einem Patentanwalt beschäftigten Anwärter angehören muß (§ 8). Damit soll nicht nur eine Entlastung der Patentanwälte ermöglicht, sondern auch die Ausbildung der Anwärter gefördert werden.

Das den Patentanwälten und Rechtsanwälten nunmehr eingeräumte Vertretungsmonopol vor dem Patentamt (§ 9) bedeutet nicht etwa einen Anwaltszwang, es schließt lediglich andere Personen nicht nur von der berufsmäßigen Vertretung vor dem Patentamte, sondern überhaupt von der berufsmäßigen Befassung mit Angelegenheiten des gewerblichen Rechtsschutzes vor in- und ausländischen Behörden aus. Auf Verletzung dieses Monopols steht Geldstrafe (§ 52). Dieser Eingriff in die Gewerbefreiheit rechtfertigt sich dadurch, daß gerade auf dem Gebiete des gewerblichen Rechtsschutzes besondere Anforderungen an die Sachkunde und Vertrauenswürdigkeit der Berater der Rechtsuchenden zu stellen sind. Einem Hauptmangel des alten Gesetzes ist damit abgeholfen.

Den breitesten Raum im Gesetz (§ 14 ··· 51) nehmen die Bestimmungen über die Anwaltskammer und das von ihr geübte ehrengerichtliche Verfahren ein, die sich an die entsprechenden Vorschriften der Rechtsanwaltsordnung anlehnen. Der von der Kammer zu wählende Vorstand hat als wichtigste Aufgabe die Aufsicht über die Erfüllung der den Mitgliedern der Kammer obliegenden Pflichten zu üben und die ehrengerichtliche Strafgewalt zu handhaben (§ 22). In den bisherigen Gesetzen fehlte ein Aufsichtsrecht überhaupt, das ehrengerichtliche Verfahren war weitgehend dem Einflusse des Patentamts unterstellt. Die neue Standesorganisation gewährt den Patentanwälten die längst gewünschte Selbstverwaltung in ihrem Berufstande.

Um die bisher neben den Patent- und Rechtsanwälten auf dem Gebiete des gewerblichen Rechtsschutzes berufsmäßig tätig gewesenen Personen durch das Vertretungsmonopol der Anwälte nicht allzu hart zu treffen, sind Übergangsbestimmungen vorgesehen. Danach können berufsmäßig und auf eigene Rechnung tätige Personen, soweit sie bereits seit dem 1. IV. 1931 das Vertretungsgeschäft betrieben haben, dieses auf Grund eines Erlaubnisscheines fortsetzen (§ 56 und 58), und soweit sie das Vertretungsgeschäft schon seit dem 1. VII. 1928 betreiben und genügende Vorbildung und praktische Erfahrung besitzen, sogar noch zur Patentanwaltsprüfung zugelassen werden (§ 57).

Durch das neue Gesetz sind die Wünsche der Patentanwälte nach Anerkennung ihrer Leistungen und nach einer diesen angemessenen Berufstellung in weitgehendem Maße erfüllt. Auch die Rechtsuchenden auf diesem Gebiete werden aus der Hebung des Berufs und der Standeswürde ihrer Vertreter Nutzen ziehen.

Kahle.

Digitized by Google

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit in der Deutschen Arbeitsfront.

Die von dem Führer der Deutschen Arbeitsfront, Staatsrat Dr. Ley, angeordnete Aufnahmesperre sowie die spätere Auflösung der Verbände der Arbeitsfront betrifft nicht die in der Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit zusammengeschlossenen Vereine. Nach den mündlichen Aufklärungen der Arbeitsfront sind die Pressenachrichten in dieser Beziehung unvollständig; zu einer Beunruhigung unserer Mitglieder liegt daher, wie auch die späteren Anordnungen zeigen, keine Veranlassung vor.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33.

Betr.: Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens.

Infolge eines Strafantrags, den die VDE-Prüfstelle im März d. J. gestellt hatte, wurde gegen den Händler Anschel Feldmann, Berlin-Neukölln, vom Amtsgericht Berlin-Mitte ein Strafbefehl über eine Geldstrafe, evtl. je 1 Tag Gefängnis für je 10 RM, erlassen.

Nach Mitteilung des Amtsgerichtes erfolgte der Strafbefehl wegen Vergehens nach §§ 4 und 23 des Reichsgesetzes gegen den unlauteren Wettbewerb, nach §§ 14 und 19 des Reichsgesetzes zum Schutze von Warenbezeich-0640/1930):

Betr.: Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens.

Infolge der von der VDE-Prüfstelle gestellten Strafanträge wurden Strafbefehle über eine Geldstrafe, evtl. je 1 Tag Gefängnis für je 10 RM, erlassen

1. gegen den Händler Richard Reibetanz, Berlin, Auguststr. 45, wegen Vergehens nach §§ 4 und 23 des Reichsgesetzes gegen den unlauteren Wettbewerb, nach §§ 14 und 19 des Reichsgesetzes zum Schutz von Warenbezeichnungen und § 73 StGB.,
2. gegen Max Fläschendräger, Berlin NW 7, Schiffbauerdamm 14, wegen Vergehens nach §§ 4 und 23 des Reichsgesetzes gegen den unlauteren Wettbewerb, nach § 14 Abs. 1 und 2 des Gesetzes zum Schutz der Warenbezeichnungen und § 73 StGB.

Betr.: Installationsselbstschalter.

Laut Mitteilung des Elektrischen Prüfamtes 3 in München entsprechen die nachstehend aufgeführten Installationsselbstschalter den seit dem 1. 7. 1930 geltenden Leitsätzen des VDE für Installationsselbstschalter (VDE 0640/1930):

1. Installationsselbstschalter der Firma: Siemens-Schuckertwerke AG., Kleinbauwerk, Berlin-Siemensstadt, in Stöpselform oder als Element-Einbau- und Schalttafel-Automaten für 6, 10 und 15 A, 250 V Gleich-, 380 V Wechselspannung, mit thermischer, elektromagnetischer und Freiauslösung sowie Druckknopf für Ein- und Ausschaltung.
   Zeit der Nachprüfung: September/November 1933.
2. Installationsselbstschalter der Firma: Stotz-Kontakt G. m. b. H., Mannheim-Neckarau, in Sockelform mit rückwärtigem Anschluß durch Bolzen oder Klemmen für 6, 10, 15 A, 250 V Gleich-, 380 V Wechselspannung, mit thermischer und hiervon unabhängiger elektromagnetischer sowie Freiauslöseeinrichtung.
   Zeit der Nachprüfung: Oktober/November 1933.

Für Installationsselbstschalter wird bekanntlich die Genehmigung zur Benutzung des VDE-Zeichens noch nicht erteilt. Es können aber Installationsselbstschalter, welche laut Gutachten des Elektrischen Prüfamtes 3 in München den obenerwähnten Leitsätzen entsprechen, ebenso als verbandsmäßig angesehen werden wie andere Apparate, deren Übereinstimmung mit den VDE-Vorschriften von der VDE-Prüfstelle durch Erteilung der Zeichengenehmigung anerkannt worden ist.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

EV

Elektrotechnischer Verein.
(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Besichtigung.

Am Sonnabend, dem 16. XII. 1933, 2 Uhr nachm. pünktlich, findet eine

Besichtigung des Schalt- und Gleichrichterwerkes Markgrafendamm

statt.

Treffpunkt: Vor dem Eingang zum Schaltwerk, Markgrafendamm 24.

Die Zahl der Besucher ist auf 30 beschränkt. Aus diesem Grunde werden für die Teilnehmer besondere Karten ausgegeben, die in der Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins erhältlich sind.

Pünktliches Erscheinen geboten.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein des rhein.-westf. Industriebezirks, Duisburg. 13. XII. 1933, nachm. 6 h, Gaststätte „Kaupenhöhe", Kaupenstr. 107: Jahresversammlung mit Vortrag von Obering. Armknecht, Berlin, „Der Oberleitungs-Omnibus".

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 12. XII. 1933, abds. 8 h, Hörsaal 42 der T. H. (Eing. Gartentor): Vortrag Dr. Koppelmann, Hannover, „Der Wechselstrom-Lichtbogen im Hochleistungsschalter".

Elektrotechnische Gesellschaft Magdeburg. a) 12. XII. 1933, abds. 8¼ h, Festsaal der Ver. Techn. Staatslehranstalten für Maschinenwesen, am Krökentor 1: Filmvortrag Reg.-Baum. a. D. Berdelle, Berlin, „Der el. Speicher in der Stromversorgung". b) 16. XII. 1933, abds. 8 h, 34. Stiftungsfest mit Weihnachtsfeier.

Elektrotechn. Verein München. 13. XII. 1933, abs. 8 h, Hörsaal 127 der T. H.: Vortrag C. Scheibe, Frankfurt a. M., „Neue Ausführungsformen der SA-Nebenstellentechnik".

Elektrotechn. Gesellschaft zu Nürnberg. 8. XII. 1933, abds. 8 h, Vortragsaal der SSW, Frauentorgraben 35: Vortrag Obering. Schwaiger, Nürnberg, „Spannungsregelung in Niederspannungsnetzen".

Württ. Elektrotechn. Verein, Stuttgart. 13. XII. 1933, abds. 8 h, Hörsaal des Elektrotechn. Inst. der T. H.: Vortrag Obering. Sihler, Berlin, „Zeitgemäße Fragen auf dem Gebiete des Schaltanlagenbaues".

Digitized by Google

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

K. Zickler †. — Am 20. VIII. d. J. starb Dr. Karl Zickler, Prof. der Elektrotechnik an der Deutschen T. H. Brünn, im 73. Lebensjahr. Der Verstorbene war Assistent Waltenhofens in Wien von 1884 an, wurde 1891 nach Brünn berufen und wirkte an der dortigen Hochschule bis zu seiner Emeritierung 1930. Prof. Zickler hat sich neben anderen Arbeiten, z. B. dem bekannten „Lehrbuch der allgem. Elektrotechnik", besonders mit dem Studium des elektromagnetischen Kreises befaßt; er war ein ausgezeichneter Lehrer, der während seiner langen Tätigkeit Generationen von Elektrotechnikern den Stempel seiner Persönlichkeit aufdrücken konnte.

J. Siméon. — Nach Erreichung des vierzigsten Dienstjahres bei der Aachener Kleinbahn-Gesellschaft und der Rheinischen Elektrizitäts- und Kleinbahnen AG. ist Dir. Josef Siméon am 1. XI. 1933 in den Ruhestand getreten. Dir. Siméon hatte die 1894/95 zum elektrischen Betrieb umgebauten Aachener Kleinbahnen nach und nach zum drittgrößten Straßenbahnunternehmen Deutschlands ausgebaut. Er hat das Straßenbahnwesen in Wort und Schrift, insbesondere in verschiedenen Ausschüssen des Reichsverbandes Deutscher Verkehrsverwaltungen zu fördern verstanden.

Hochschulnachrichten. — Der Priv.-Doz. Dr. Alexander Nikuradse wurde beauftragt, an der T. H. Berlin in der Fakultät für Maschinenwesen die Ionen- und Elektronenlehre in Vorlesungen und Übungen zu vertreten.

LITERATUR.

Besprechungen.

Der internationale elektrische Energieverkehr in Europa. Von Dr. W. Kittler. Mit 10 Länderkarten, VIII u. 168 S. in gr. 8°. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1933. Preis geh. 10 RM.

Es ist bezeichnend für die gewaltigen Fortschritte der elektrischen Energieübertragung, daß heute, vierzig Jahre nach Lauffen-Frankfurt, ein Volkswirt es schon versuchen kann, eine zusammenfassende Übersicht über die Entwicklung und Bedeutung des internationalen elektrischen Energieverkehrs der europäischen Staaten zu geben, und zwar mit Erfolg, denn das vorliegende Buch, in dem sich der Verfasser seiner Aufgabe gemäß auf die Elektrizitätswirtschaften der Länder beschränkt, bei denen von einem elektrischen Austauschverkehr gesprochen werden kann, ist sehr beachtenswert.

Nach einer kurzen Betrachtung der Energie- und Brennstoffwirtschaft sowie ihrer allgemeinen Bedeutung für das gesamte Wirtschaftsleben, die auch Angaben über die Weltstromerzeugung und Gedanken des Verfassers über die verbundwirtschaftlichen Bestrebungen nationalen und zwischenstaatlichen Charakters enthält, behandelt Dr. Kittler in einem allgemeinen Teil die Entstehungs- und Entwicklungsgeschichte des zwischenstaatlichen elektrischen Energieverkehrs, den er zunächst in zwischenstaatlichen Grenz- und überstaatlichen Stromverkehr gliedert und dementsprechend definiert. Der dann folgende, das Kernstück des Buches bildende spezielle Teil ist aber nicht auf dieser Trennung aufgebaut, weil, wie der Verfasser sagt, die modernen Probleme und Ausbaubestrebungen des internationalen elektrischen Energieverkehrs eine ganz andere Gruppierung notwendig machen. Sie ist dreiteilig und umfaßt einmal Deutschland, die Schweiz, Österreich, Frankreich, Italien, zweitens Norwegen, Schweden, Dänemark und drittens Polen, die Tschechoslowakei, Holland, Belgien sowie Luxemburg. Die für den Energieverkehr weniger wichtigen Länder sind je nach ihrer Erfassung durch die genannten Hauptaustauschstaaten diesen beigeordnet. Auf 124, von 11 Netzkarten begleiteten Seiten bespricht Dr. Kittler nun, z. T. recht ausführlich, m. E. aber auch wohl nicht immer ganz zutreffend (Deutschland), die elektrizitätswirtschaftlichen Verhältnisse der einzelnen Länder, ihren zwischenstaatlichen Energieverkehr usw., wobei er in der Darstellung des Stromaustausches auch die diesen vermittelnden Unternehmungen berücksichtigt. Als Ergebnis seiner Untersuchung stellt der Verfasser fest, daß die Bedeutung des zwischenstaatlichen elektrischen Energieverkehrs in Europa für die Volkswirtschaften der beteiligten Länder doch weit größer sei, als vielfach angenommen werde, ja daß er für die Schweiz, Österreich und einzelne Wirtschaftsteile anderer Staaten zum lebensnotwendigen Element geworden sei. Weil Dr. Kittler bei dem heutigen Stand der Elektrizitätswirtschaften eine Förderung des innerstaatlichen Ausbaus und die Konzentration auf die zweckmäßige Verwertung der inneren Kräfte für den Volkswirtschaftler dienlicher hält als die Befassung mit Plänen eines europäischen Großkraftnetzes, lehnt er diese, insbesondere für Deutschland, vorläufig ab. Ein solches Netz werde sich allmählich aus den überstaatlichen Verbindungen, also aus natürlichen, wirtschaftlichen Forderungen heraus von selbst entwickeln. „Wer weiß, ob nicht eines Tages ganz andere Mittel zur Gewinnung der elektrischen Energie und Fortleitung derselben verwendet werden können?"

Die sehr fleißige und beachtenswerte Arbeit Dr. Kittlers stützt sich auf ein reiches, meist die Jahre 1925/30 umfassendes Zahlenmaterial, das, soweit es sich zu Energiebilanzen[1] zusammenfassen ließ, besonders nützlich erscheint. Im Interesse der Aktualität bedarf es nach einiger Zeit der Ergänzung, und bei dieser Gelegenheit sollte der Verfasser auch einige störende textliche Mängel bzw. Druckfehler beseitigen (z. B. Ungeheure Erfindungen, Unmenschliche Rationalisierungsleistung, Kapitalinvestitionen. Die Elektrizitätswirtschaft ist keine Energieform, 500 kV-Leitungen gibt es in Deutschland noch nicht, Honnef will nicht, wie man nach dem vom Verfasser gewählten Ausdruck annehmen könnte, Elektrizität aus der Luft gewinnen, sondern die Luftbewegung dafür verwerten).

F. Meißner.

Gleit-, Kugel- und Rollenlager und ihre Schmierung im Prüfstand u. i. d. Transmission. Teil I, III. u. IV von Prof. Dr. techn. M. Kurrein, Teil II von Dr.-Ing. G. Meyer-Jagenberg. (H. 9 d. Berichte des Versuchsfeldes f. Werkzeugmaschinen a. d. T. H. Berlin. Mit 141 Abb., IV u. 51 S. in 4°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 13,50 RM.

Der I. Teil umfaßt Öl- und Lageruntersuchungen auf Gleit- und Kugellagerprüfständen nach Bauart Kurrein. Zur Messung der Lagerreibungsmomente sind Torsionsdynamometer verwendet worden, zur Messung der Wellendurchbiegung Zeiss-Meßuhren. Die Radialbelastung geschah über Belastungscheiben, die Axialbelastung konnte über ein Manometer eingestellt werden. Die Gleitlagerversuche erstreckten sich auf Rotguß-, Weißmetall-, Gußstahl- und Gußeisenbüchsen, teils mit Ring-, teils mit Tropfschmierung, mit den drei Passungen E.L., L.L., W.L. Die Ölversuche wurden sowohl mit dicken als auch mit dünnen Ölen durchgeführt. In allen Fällen ergab sich eine schnelle Verunreinigung des Öles nach längerem Betrieb, die aber wenig Änderungen in den Reibungsmomenten brachte. Einen großen Einfluß hatte dagegen die Passung.

Teil II umfaßt Gleitlager und Kugellager in der Transmission. Nach Untersuchung verschiedener Lager auf den Prüfständen wurden dieselben Lager als Transmissionslager auf eine mehrfach gelagerte Welle mit mehrfacher Durchbiegung aufgebracht und Dauerversuche durchgeführt. Auf Grund von fast 300 Einzelversuchen an Gleitlagern wurde der Reibungskoeffizient in Abhängigkeit von einem Ausdruck abgeleitet, der die charakteristischen Lager- und Schmiermittelverhältnisse umfaßt. Die Reibung in der Transmission kann doppelt so hoch werden als auf dem Prüfstand. Bei Kugellagern, deren Reibungswerte viel niedriger liegen, beträgt der Unterschied zwischen Prüfstand- und Transmissionswerten bei kleinen Durchbiegungen wenig, bei sehr großen jedoch bis 150 %.

Teil III behandelt verschiedene Wälzlager in der Transmission. Es wurden zylindrische Rollenlager und doppelreihige Kugellager mit kugeligem Laufring ö unter-

[1] Für Deutschland gibt Dr. Kittler folgende Strombilanz (S. 36), die bezüglich 1930 mit den Einzelangaben über den Auslandsverkehr (S. 40), in denen z. T. noch geschätzte Zahlen enthalten sind, jedoch nicht übereinstimmt:

	1926		1927		1928		1929		1930	
	%	Mill kWh	%	Mill kWh	%	Mill kWh	%	Mill kWh	%	Mill kWh
Erzeugung . .		21 218		25 135		27 871		32 500		31 200
+ Einfuhr .	0,97	206	1,06	268	1,05	293	1,24	404	1,33	416
insgesamt . .		21 424		25 403		28 164		32 904		31 616
— Ausfuhr .	0,58	124	0,71	179	0,65	183	0,55	180	0,65	205
im Inland verblieben		21 300		25 224		27 981		32 724		31 411

Digitized by Google

sucht. Rollenlager mit Bundrand sind sehr empfindlich gegen Ausrichtungsfehler in der Welle. Der Einfluß der Bundreibung wurde besonders gemessen. Die Reibungsmomente der doppelreihigen Kugellager liegen etwas niedriger als die der Rollenlager, deren Reibungsmomente weniger als die Hälfte der Gleitlagermomente ergeben. Einreihige Kugellager zeigen bei geringen Belastungen günstige, bei höheren ungünstige Reibungswerte.

Teil IV, Wälzlager mit Quer- und Längsbelastung. Es wurden zylindrische Rollenlager mit losen Bundringen und Schrägrollenlager auf dem Prüfstand bei großer Wellendurchbiegung untersucht. Bei gleichzeitiger Quer- und Längsbelastung lagen die Reibungsmomente höher als bei reiner Querbelastung. Die Schrägrollenlager ergaben an sich höhere Reibungsmomente als die Rollenlager. Es wurde eine Versuchsausführung *V* und eine handelsübliche Ausführung *H* untersucht, welch letztere sich bedeutend besser bewährt hat. Bei reiner Querlast liegen die Reibungsmomente höher als bei zylindrischen Lagern. Bei Längs- und Querlast werden die Verhältnisse insbesondere bei kleinen Drehzahlen außerordentlich unsicher.

Das Heft enthält ein außerordentlich wertvolles Versuchsmaterial, das sinngemäß auch für den Einbau von Lagern in Elektromotoren von großem Wert ist. Insbesondere gibt die Untersuchung in den Lagerprüfständen nach Bauart Kurrein die Möglichkeit, alle vorkommenden Belastungsarten zu erforschen. F. Unger.

Geometrie der Getriebe. Von Prof. K. Mack. Mit 76 Textabb., VI u. 93 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin u. Wien 1931. Preis kart. 8,50 RM.

Der Verfasser behandelt die geometrischen Grundlagen der Getriebelehre in der Form, daß bereits in der Einteilung wie auch in der Darstellung und der Auswahl des Stoffes darauf Rücksicht genommen ist, daß die Grundlagen besonders dem Ingenieur verständlich sein sollen und daß die eigentliche Getriebelehre, in der die Getriebe selbst in ihrer praktischen Anwendung eine Rolle spielen, unmittelbar an diese Grundlagen anknüpfen kann. Schon die Gesamteinteilung des Inhalts in 3 Abschnitte, Bewegung in der Ebene (Getriebe mit parallelen Achsen), Bewegung um einen festen Punkt (Getriebe mit sich schneidenden Achsen) und freie Bewegung im Raum (Getriebe mit sich kreuzenden Achsen) erscheint vorteilhaft. Der Maschinenbauer findet dadurch die ihm geläufige Unterteilung, so daß er sogleich die Unterlagen für die ihn in den drei Gruppen am meisten interessierenden Getriebe erkennt. So enthält die erste Gruppe die geometrischen Grundlagen beispielsweise der Kurbel- und Kurvengetriebe (einschließlich der Stirnradgetriebe), die zweite Gruppe die der Kegelradgetriebe, die dritte Gruppe die der Schraubenradgetriebe. Vielleicht könnte eine noch stärkere Betonung dieser und weiterer Zusammenhänge mit den dem Ingenieur geläufigen praktischen Ausführungen dem sehr klar und übersichtlich angeordneten Buch noch von besonderem Vorteil sein. Nicht nur für den Gebrauch der Studierenden, sondern auch für den Gebrauch des Praktikers ist dem Buch weite Verbreitung zu wünschen.

Kniehahn.

Rechnung mit Operatoren nach Oliver Heaviside. Ihre Anwendung in Technik u. Physik. Von E. J. Berg. Deutsche Bearb. von Dr.-Ing. O. Gramisch u. Dipl.-Ing. H. Tropper. Mit 65 Abb., X u. 188 S. in gr. 8°. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1932. Preis geh. 10 RM, geb. 12 RM.

Die vorliegende Bearbeitung des Buchs von Berg erscheint mir als die beste Einführung in die Technik der Operatorenrechnung. In anderen Büchern wird zuviel Wert auf die mathematische Begründung der Rechnungsmethode gelegt, die für die praktischen Anwendungen von sekundärer Bedeutung ist. Der Aufbau des Buchs verdient auch vom pädagogischen Standpunkt aus vollste Anerkennung, da der Leser fast mühelos in den einführenden Kapiteln 1 ··· 15 mit dem Wesen der Operatorenrechnung vertraut gemacht wird. Nach der Definierung der Einheitsfunktion wird zunächst der Entwicklungsatz abgeleitet und seine Anwendung „nach Rezept" an einfachen Beispielen gezeigt. In den weiteren Kapiteln werden die Operatoren behandelt, die für die Untersuchung der Wirkung von plötzlichen Änderungen im Netz in Frage kommen. Das 14. Kap. ist der von Heaviside als „Verschiebung" bezeichneten Operation gewidmet, die dazu dient, Operatorenausdrücke in andere leichter zu behandelnde Formen überzuführen. Das 15. Kap. bringt schließlich als Krönung das Duhamelsche Integral. Die Kap. 16 ··· 23 enthalten Anwendungen der Operatorenrechnung auf verschiedene Kabelprobleme und Übertragungsleitungen. Im 24. Kap. wird auf die gebrochene Differentiation und Integration hingewiesen, welche Operationen für einige Sonderaufgaben in Betracht kommen. Das 25. Kap. behandelt die unendlich lange Übertragungsleitung. Im 26. u. 27. Kap. kommen Probleme zur Sprache, die auf konvergente Reihen und asymptotische Entwicklungen führen. Das 28. Kap. behandelt die lineare Wärmeströmung. Im 29. Kap. wird die numerische Auflösung von algebraischen und transzendenten Gleichungen nach dem Verfahren von Dandelin-Graeffe beschrieben, das für die Anwendung des Entwicklungsatzes von großer Bedeutung ist. Das 30. Kap. enthält eine Zusammenstellung der Operatoren und Formeln. Ein Anhang des Buchs ist dem genialen Lebenswerk Heavisides gewidmet, dessen vorausschauender Geist die theoretische Lösung von Problemen bereitgestellt hat, für deren ungeheuere praktische Bedeutung seine engeren Zeitgenossen kein Verständnis hatten.

Kafka.

Der praktische Stahlhochbau, Bd. 4: Geschweißte Stahlbauten. Von A. Gregor. Mit 500 Urzeichn. in 134 Zusammenstellungen u. 57 Zahlenbeispielen, X u. 128 S. in 4°. Verlag Robert Kiepert, Berlin-Charlottenburg 1932. Preis geb. 18,20 RM.

Außer dem Buch von Arcos, das vor einigen Jahren bereits erschien, gab es bisher noch keins, welches geschweißte Stahlbauten behandelte, wohl sind darüber in der Zwischenzeit in den Fachzeitschriften kleinere Aufsätze erschienen.

Nunmehr gibt der Stahlbau-Fachmann Alfred Gregor den 4. Band seines Gesamtwerkes unter obigem Titel heraus. Die vorhergehenden Bände dieses Werkes sind allgemein bekannt und geschätzt, und der 4. Band reiht sich würdig an. Er wird den Konstrukteuren, die sich jetzt ja wohl alle auch auf Schweißen umstellen müssen, ein treuer Helfer und Berater sein. Aber auch den Studierenden wird das Buch seiner allgemein verständlichen Sprache wegen willkommen sein, zumal zahlreiche, mit großem pädagogischen Geschick ausgewählte Beispiele an Hand von Zeichnungen aus der Praxis klar und erschöpfend durchgerechnet sind. Mit den hier erstmalig erschienenen Belastungstafeln wird auch der Projekteur schnell imstande sein, Entwürfe in geschweißter Bauweise rechnerisch festzulegen und mit genieteter Bauweise zu vergleichen, zumal auch solche Vergleichsrechnungen nicht fehlen. Auf Abbildungen praktisch ausgeführter Bauten konnte wohl verzichtet werden, da solche in dem von Bondy besorgten Atlas des Fachausschusses vom VDI und auch in dem Fachschrifttum genügend vorliegen. In dem schweißtechnischen Teil (behandelt ist natürlich nur die elektrische Bogenschweißung) befinden sich manche Sätze, über die die Schweißfachleute heute noch geteilter Meinung sind. Diese Punkte werden wohl bei einer folgenden Auflage geklärt sein, doch wird dadurch der hohe Wert des Buches nur wenig geschmälert. Auch dieser Band wird sicher wieder viele Freunde finden. Er kann bestens empfohlen werden, zumal auch Druck und Ausstattung gediegen sind, und darf in keinem neuzeitlichen Konstruktionsbüro für Eisenbau mehr fehlen.

J. C. Fritz, Köln.

Hoyer-Kreuter, Dictionnaire Technologique. Bd. 3: Français — Allemand — Anglais. 6., vollk. neubearb. Aufl., herausg. v. Dr.-Ing. E. h. A. Schlomann. Mit X u. 719 S. in 4°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. 78 RM.

Seit Erscheinen der beiden ersten Bände[1] hat man Gelegenheit gehabt, sich von dem Wert des Wörterbuches durch praktischen Gebrauch zu überzeugen. Jetzt ist das Werk mit dem 3. Bande abgeschlossen, und es darf noch einmal gesagt werden, daß es im Aufbau, in der Größe und Auswahl des Wortschatzes und in der Gewissenhaftigkeit der Übersetzung Vorzügliches leistet. Man darf das Wörterbuch auch dem, der es nur technischer Ausdrücke willen zur Hand nimmt, als besonders geeignet empfehlen, weil es selbst recht hohen Ansprüchen an Ausführlichkeit zu genügen vermag. Daß dem Herausgeber gute Fachleute für Sondergebiete zur Seite standen, zeigen die Übersetzungen z. B. vieldeutiger Fachwörter.

Sollte einmal eine Neuauflage nötig werden, so wären neben Berücksichtigung der schon bei Besprechung der ersten Bände ausgesprochenen Wünsche auch noch die Fremdwörter in der deutschen Übersetzung wenigstens dort zu entfernen, wo sie aus dem heutigen Sprachgebrauch verschwunden sind. So wird z. B. in Bd. 3 „appa-

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 639.

Digitized by Google

reil" viel zu häufig mit „Apparat" übersetzt. Das sind indessen Beanstandungen, die gegenüber dem Wert des Wörterbuches nicht ins Gewicht fallen; der Herausgeber und seine Mitarbeiter haben sich durch ihre ausgezeichnete Arbeit in hohem Maße unseren Dank verdient.

G. H. Winkler.

Patentanwaltsgesetz vom 28. IX. 1933 (RGBl. 1933, S. 669 ff.). Erläutert von Ministerialrat G. Klauer. (Samml. Vahlen Nr. 19.) Mit 125 S. in kl. 8°. Verlag Franz Vahlen, Berlin 1933. Preis kart. 4,80 RM, geb. 5,60 RM.

Der Verfasser ist am Entstehen des vorstehend besprochenen Patentanwaltsgesetzes im Reichsjustizministerium maßgebend beteiligt gewesen und daher für eine Erläuterung desselben besonders geeignet. Soweit das Gesetz sich an die bisher geltenden Vorschriften anlehnt, ist die frühere Rechtsprechung und Literatur herangezogen, die Bestimmungen über die neuerrichtete Patentanwaltskammer sind an Hand der mit der Rechtsanwaltsordnung gemachten Erfahrungen erläutert. Als erster von sachkundiger Stelle verfaßter Kommentar des neuen Gesetzes ist das Buch ein unentbehrliches Hilfsmittel für alle Interessenten des gewerblichen Rechtsschutzes. Kahle.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Investitionen der elektrotechnischen Industrie 1929/1931. — Für die Konjunkturentwicklung ist die Gestaltung der industriellen Investitionstätigkeit von weitgehender Bedeutung. Bereits früher hat das Institut für Konjunkturforschung eine Untersuchung über die Investitionen der deutschen Industrie von der Währungstabilisierung bis zum Jahre 1928[1]) durchgeführt. Nunmehr ergänzt das Statistische Reichsamt diese Untersuchung bis zum Jahre 1931[2]. Hierdurch gewinnt man einen klaren Überblick über den Konjunkturabschwung. Auch für das letzte Krisenjahr 1932 läßt sich bereits ein allgemeiner Überblick über die Investitionstätigkeit erzielen. Der Untersuchung unterliegen die Bilanzen von 1970 Aktiengesellschaften der Produktions- und Verbrauchsgüterindustrie mit einem Nominalkapital von 12,1 Mrd RM, d. s. etwa 90 % des Kapitals aller Ende 1931 vorhandenen deutschen Industrie-Aktiengesellschaften. Die Untersuchung kann also als maßgebend angesehen werden. Untersucht wurden diese Gesellschaften auf ihre Anlagen und Vorratsbewegung. Dabei ergibt sich vom Jahre 1924 bis zum Jahre 1931 folgendes Bild der Anlagenveränderung (in Mill RM):

	Anlagenbuchwerte	Neuanlagen	Ersatzanlagen	Bruttoinvestitionen
1924	+ 193	193	513	706
1925	+ 574	574	574	1 148
1926	+ 301	301	647	948
1927	+ 535	535	721	1 256
1928	+ 711	711	789	1 500
1929	+ 317	327	841	1 168
1930	+ 92	116	791	907
1931	− 348	21	501	522

Für das Jahr 1932 kann man die Entwicklung nach der Bilanzstatistik schätzen, nach welcher bei 565 Aktiengesellschaften von Ende 1931 bis Ende 1932 ein Rückgang der ausgewiesenen Anlagewerte um 249,0 Mill RM gegenüber 221,9 Mill RM im Vorjahre zu verzeichnen ist. Daraus geht hervor, daß im Jahre 1932 der Investitionsumfang der deutschen Industrie weiter auf dem Krisentiefstand verharrte. Das sich aus der Aufschiebung der Ersatzinvestitionen ergebende Bedürfnis zu Neuaufwendungen ist in den einzelnen Industriezweigen verschieden. Es ist durchschnittlich bei den Produktionsgüterindustrien später entstanden als bei den Verbrauchsgüterindustrien, bei welchen bereits im Jahre 1929 die Ersatzanlagen niedriger waren als die Abschreibungen.

Die Vorratsmenge zeigt bis zum Jahre 1928 eine scharfe Zunahme, um vom Jahre 1927 ab in noch schärferem Maße abzusinken. In dem gewaltigen Rückgang der Vorratswerte vereinigten sich Wert- und Mengenbewegung. Während die industriellen Lagerwerte von 1929 bis 1931 um 31,6 % gesunken sind, fielen die Indexziffern der Großhandelspreise für industrielle Fertigwaren um 16,5 % und für industrielle Rohstoffe und Halbwaren um 25,4 %. Nur wenigen Unternehmungen dürfte es gelungen sein, Wertverluste auf Lagerbestände durch schnellen Umschlag in den letzten Jahren zu vermeiden. Offene Verlustabbuchungen auf Vorräte konnten im Jahre 1930 mit 54 Mill RM und 1931 mit 107 Mill RM ermittelt werden, sie stellen aber nur einen geringen Teil der tatsächlichen Abbuchungen dar. Die Veränderungen der Vorräte der deutschen Industrie betrugen von 1924 bis 1931 (in Mill RM):

	Produktionsgüterindustrien	Verbrauchsgüterindustrien	insgesamt
1924	+ 520	+ 325	+ 845
1925	+ 406	+ 122	+ 528
1926	− 367	− 77	− 444
1927	+ 265	+ 214	+ 479
1928	+ 326	+ 106	+ 432
1929	+ 63	− 88	− 25
1930	− 337	− 333	− 670
1931	− 710	− 263	− 973

Im Jahr 1932 hat sich die Schrumpfung der Umsatzwerte weiter in beträchtlichem Ausmaße fortgesetzt. Bei der Bilanzstatistik ergibt sich eine Vorratssenkung im Jahre 1932 von 197,9 Mill RM gegenüber 347,5 Mill RM im Jahre 1931.

In der elektrotechnischen Industrie drückt sich die Sonderstellung dieses Industriezweiges infolge seines strukturellen Aufschwungs in der Tatsache aus, daß bis in das Jahr 1930 hinein die Investitionen erheblich höher waren als die Abschreibungen und diese selbst im Jahre 1931 nur wenig mehr als die Investitionen ausmachten. Im Verhältnis zu den Anlagenwerten zeigt die elektrotechnische Industrie während dieser Jahre neben dem Kraftwagenbau den weitaus größten Investitionsüberschuß. Demgegenüber sind die Vorratswerte weit stärker zurückgegangen, als es sonst in der deutschen Industrie üblich ist, ein Beweis dafür, daß die elektrotechnische Industrie hinsichtlich der Rationalisierung der Lagerhaltung gerade in den Jahren 1929 ... 1931 besonders große Erfolge zu verzeichnen hatte. Von der Untersuchung wurden 67 Aktiengesellschaften erfaßt, die Ende 1931 insgesamt 811 Mill Nominalkapital hatten. Zu diesem Zeitpunkte betrug die Summe der Anlagenwerte 436 Mill RM, diejenige der Vorratswerte 272 Mill RM. Die Neuanlagen (+) bzw. der Rückgang der ausgewiesenen Anlagebuchwerte (−) sowie die bilanzmäßig ausgewiesenen Ersatzanlagen und schließlich die Veränderungen der Vorratswerte während der Aufschwungsperiode 1924 ... 1928 und während der Abschwungsperiode 1929 ... 1931 ergeben sich aus folgender Übersicht in Mill RM:

	Anlagewerte	Ersatzanlagen	Vorratswerte
1924 ... 1928	+ 139	118	+ 125
1929	+ 36	33	+ 17
1930	+ 24	36	− 131
1931	− 5	26	− 105
1929 ... 1931	+ 55	95	− 219

Der Rückgang der Vorratswerte liegt neben der Rationalisierung in der besonderen Struktur des Vorratskontos begründet, das außer Rohstoffen und Halbfabrikaten auch die Aufwendungen für in Ausführung befindliche Großaufträge einschließt. Mit dem Rückgang des Absatzes schrumpfte der Umfang dieser in Ausführung befindlichen Aufträge stark zusammen. Diese Vorgänge sind deutlich aus den Bilanzen der Siemens-Schuckertwerke AG., Siemens & Halske AG. und der AEG zu erkennen. So ging das Konto „Angefangene und fertige Fabrikate", „Anlagen im Bau" bei den Siemens-Schuckertwerken im Geschäftsjahr 1930/31 um rd. 22,8 Mill RM zurück. Daneben spielten auch die Preissenkungen für Rohstoffe, insbesondere für Kupfer, eine beträchtliche Rolle.

Dr. G. Plum.

[1]) Vgl. ETZ 1931, S. 1104.
[2]) Vgl. Wirtsch. u. Statist. 1933, Nr. 19.

Bezugsquellenverzeichnis.

Frage 21: Wer stellt Neonröhren bzw. gasgefüllte Leuchtröhren her für Hochspannungsanschluß (Betriebsspannung 15 000 ... 18 000 V)?

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Verhalten asynchroner Drehstrommotoren bei sich ändernder Netzspannung", H. 44 der ETZ 1925, ist auf S. 1649 in der Zahlentafel „Versuch I" infolge eines Schreibfehlers der $\cos\varphi$ bei 215 V mit 0,814 angegeben. Dieser Wert ist in 0,841 zu ändern; entsprechend ändert sich auch die $\cos\varphi$-Kurve in Abb. 1.

Abschluß des Heftes: 1. Dezember 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Straßenbeleuchtung mit Osram-Natriumdampf-Lampen.

Mitteilung der AEG.

Wirkungsweise und Anwendungsmöglichkeit der Natriumdampf-Lampe, sowie ihre Vorzüge gegenüber Glühlampen sind im Schrifttum in letzter Zeit wiederholt behandelt worden.*) Neuerdings ist es gelungen, die Leistungsaufnahme der 3000 HLm-Lampe auf 70 W, einschließlich Verluste in Drossel und Heiztransformator herunterzusetzen. Eine weitere Verbesserung ist es, daß bei

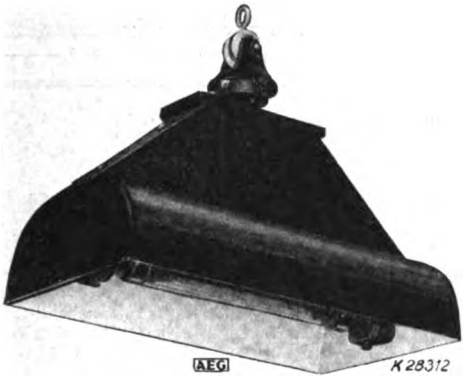


Abb. 1. Reflektor mit Na-Lampe.

Verwendung der Lampen für 220 V Wechselstrom nur noch eine der beiden Kathoden beheizt werden muß. Die Armatur der Lampe ist von der AEG so ausgebildet worden, daß alle Zubehörteile mit eingebaut werden können (Abb. 1); es ist dadurch die Möglichkeit gegeben, Natriumdampf-Lampen genau so einfach anzubringen wie gewöhnliche Glühlampen.

Eines der Hauptanwendungsgebiete der Natriumdampflampen ist die Beleuchtung von Autostraßen, da die Vorzüge dieser Lampen gegenüber anderen Lichtquellen sie für diesen Zweck ganz besonders geeignet erscheinen lassen. Die guten Erfahrungen, die auf einer 0,5 km langen Versuchstrecke der

Abb. 2. Versuchstrecke.

Autostraße Köln—Bonn und anderen Stellen gemacht worden sind, haben maßgebliche Stellen veranlaßt, sich für die Beleuchtung der ganzen Strecke mit Na-Lampen auszusprechen. Der Ausbau der Beleuchtungsanlage in diesem Sinn soll in absehbarer Zeit erfolgen.

*) s. auch AEG-Mitteilungen 1933, Heft 5, S. 196.

Auf Grund der großen Beachtung, welche die Na-Lampen in letzter Zeit in weiteren Kreisen des In- und Auslandes gefunden haben, hat die AEG in Berlin Probeanlagen errichtet, um einerseits selbst weitere Erfahrungen auf diesem Gebiete zu sammeln, andererseits aber auch um Interessenten diese neuzeitlichste Beleuchtungsart in der Praxis vorführen zu können.

Zunächst wurde die etwa 400 m lange Werkstraße auf dem Gelände der AEG-Fabrik Brunnenstraße mit diesen Lampen ausgerüstet (Abb. 2). Dabei wurde absichtlich von einer vollständigen Neuinstallation, die zur Erzielung einer ganz gleichmäßigen Beleuchtung eigentlich erforderlich gewesen wäre, Abstand genommen. Es wurden lediglich die Leuchten mit den 70 W-Na-Lampen — es handelt sich dabei um insgesamt 18 Stück — gegen die vorhandenen Reflektoren, die mit 200 W-Lampen bestückt waren, ausgewechselt. Trotz der für einen Lampen-Abstand von durchschnittlich ungefähr 25 m sehr niedrigen Lichtpunkthöhe von 5 m reicht die Gleichmäßigkeit der Beleuchtung vollkommen aus, und es wird eine Beleuchtung erzielt, die hier, da die Monochromasie des Lichtes nicht nachteilig ist, allen zu stellenden Ansprüchen bei nur einem Drittel des bisherigen Leistungsverbrauches der Anlage genügt.

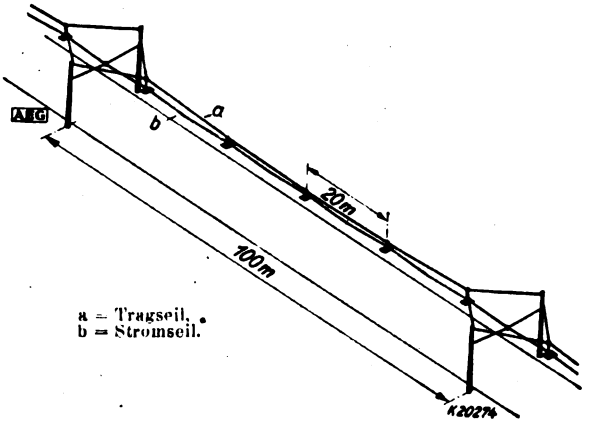


Abb. 3. Anordnung der Leuchten.

Eine weitere, öffentliche Probeanlage ist zur Zeit im Bau.

Die Anordnung der Leuchten bei der Beleuchtung von Autostraßen (Abb. 3) ist so gedacht, daß beiderseits der Straße Masten mit 100 m Abstand aufgestellt werden. An diesen Masten verspannt wird auf Straßenmitte ein Bronze-Trageseil geführt, das gleichzeitig als Nulleiter dient und geerdet wird. Darunter liegt, ähnlich wie der Fahrdraht bei Bahnen, das Stromseil, das an den Masten noch durch Richtseile gehalten wird, um ein übermäßiges Schwanken des ganzen Systems auch bei stärkerem Winde möglichst auszuschließen.

An Strom- und Trageseil sind die Leuchten unter Verwendung von Sonder-Isolatoren angeschlossen, wobei die Verbindungen gleichzeitig die Trageorgane für das Stromseil sind. Ein Lampenabstand von 20—25 m sichert bei einer Lichtpunkthöhe von 9—10 m eine sehr gute und gleichmäßige Horizontal- und Vertikal-Beleuchtung, bei der auch unbeleuchtet fahrende Kraftwagen ohne Gefahr die gleichen Reisegeschwindigkeiten wie am Tage einhalten können.

Digitized by Google

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

PHYSIKER

Fernmeldetechnik (Fernkabel, Übertragungssysteme, Gasentladungen, el. Meßtechnik), nachweisliche Befähigung zu wissenschaftl. Arbeiten, mehrjährige Erfahrungen in Betrieb, Laboratorium und Patentbüro, **Englisch, Französisch,** sucht Stelle als **wissenschaftl. Mitarbeiter** u. **Patentberater** in Laboratorium oder Betrieb. Angebote unter **E. 3813** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

El.-Ingenieur, Südwestdeutscher, 36 J., verh., Kriegsteiln., arisch., nat. ges., Technikumbild., 2j. prakt. Tätigk. i. Starkstr. (Inst. u. El.-Masch.-Bau), ca. 7 J. bei Großfirma in Schwachstr. (Kabel- u. Fernmeldetechnik), Offertwesen, Kalkulat., Bearb. v. Listen u. Prop.-Mat., eingeh. Kenntn. i. Radiotechnik, franz. u. engl. Sprachk., sucht baldigst Stellung. Gute Zeugn. u. Refer. Süd- u. Mitteldeutschl. bevorz. jedoch nicht Bedingung. Ang. erb. u. **E. 3808** a. d. A.-A. d. ETZ, Berlin W 9.

Dipl. Ing.

d. Elektrotechnik, 34 J., m. 8jährig. Tätigkeit in Projektierung, Bau u. Betrieb größ. Eltwerke, Umsp.-Werke usw., sowohl bei Unternehmen d. Stromerzeugung wie der Großindustrie, sucht neue Tätigkeit, am liebsten im Betrieb eines größ. Eltwerkes. Angebote unt. **E. 3824** a. d. Anzeigen-Abt. der ETZ. Berlin W 9 erbeten.

Akquisitions-Ingenieur

mit Erfahrungen auf d. Gebiete elektrischer Industrieanlagen von mitteldeutschem Büro großer Elektrizitätsfirma sofort gesucht.

Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Bild und Gehaltsansprüch. sind unt. **E. 3805** an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, zu richten.

Großes Werk
sucht tüchtigen
Konstrukteur

für die Entwicklung von mechanischen und elektrischen Meßinstrumenten und Meßanlagen. Es wollen sich nur erfinderisch begabte Herren mit reichen Erfahrungen auf diesem Spezialgebiet melden. Angebote mit Gehaltsansprüchen unter Beifügung eines Lebenslaufes, Zeugnisabschriften, sowie Angabe des frühesten Eintrittstermins erbeten unter **E. 3797** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Werbedame

mit langjähr. Erfahr. als Vortrags- u. Vorführungsdame sowie Akquisiteurin, sucht Stellung zum 1. 1. 34. Offert. unter **E. 3821** an die Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9, erbet.

Wo bietet sich für
Diplom-Ingenieur

Arier, 33 Jahre alt, verheiratet, mit langjähr. Erfahrungen in Bau u. Betrieb von Hoch- und Niederspanngs-Netzen u. -Stationen, vertraut mit Zähler-Tarif- und Werbungsfragen und auch i. Gas- u. Wasserfach (Werksbetrieb u. Rohrnetz) bewandert, neues passendes Arbeitsgebiet. Angebote erbeten unter **E. 3807** an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Ingenieur

mit ausgedehnten Erfahrung. i. Konstruktion u. Verkauf gekapselter Verteilungsanlagen
gesucht.
Ang. m. Lichtb. u. Gehaltsanspr. unt. **E. 3811** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Führende elektrotechnische Fabrik

die in der Hauptsache Radio-Einzelteile herstellt, sucht schöpferisch und erfinderisch begabte **Konstrukteure,** die vertraut sind mit der Herstellung von Transformatoren, Drehkondensatoren Wickelkondensatoren, Schaltern usw. — Angebote mit Lebenslauf u. Lichtbild, Angabe der Gehaltsansprüche und des frühesten Eintrittermins unter **E. 3809** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Jüngerer Techniker

mit längeren prakt. Tätigkeiten i. Revision sowohl wie in Prüffeld und Werkstätten (gel. Feinmech.) 1. Firmen (Meßinstr., Zähler usw., Radio), **sucht** demnächst bei Elt-Werk oder in der Industrie günstige Stellung. Ang. unter **GR 1610, Berlin C 2,** postl. erbeten. [3810]

Betriebsleiterstelle

für d. **Elektrizitätswerk Blankenburg-Harz.**
Persönlich. Vorstellung wird nur nach Aufforderung angenommen.
Der Verwaltungsrat d. Elektrizitätswerkes.
Dr. Weidlich.

Jüngerer
Ingenieur

für Konstruktion von Hochspannungsapparaten per sofort gesucht. Angebote unter **E. 3822** an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Radiotechniker

oder jg. Ingenieur für Verkauf und Reparatur sofort gesucht. Angeb. mit Bild usw. erbeten unter **E. 3823** an die Anzeigen-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Vertreter

für erstklassige Aufzug- u. Kransteuerung. f. versch. Bezirke gesucht von solv. Berliner Spezialfabrik.
Offert. unter **E. 3815** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Wir suchen zum sofortigen Antritt
ersten Fertigungs-Ingenieur

für feinmechanische Technik mit reichen Erfahrungen im feinmechanischen Apparatebau und im Entwerfen von Vorrichtungen und Spezialeinrichtungen. Nur Herren mit bester Vorbildung, tatkräftig, zielbewußt, die ein größeres Büro leiten können, kommen in Betracht. Angebote mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Lichtbild erbeten unter Kennwort **„Fertigungs-Ingenieur"** an die

SIEMENS [3819]
Angestellten-Vermittlungsstelle
Berlin-Siemensstadt Verwaltungsgebäude

Elektro-Ingenieur

möglichst Diplomingenieur, mit mehrj. Praxis in Montage u. Ueberwachungsdienst, für großes Industriewerk sofort gesucht. Ang. m. handgeschriebenem, lückenlosem Lebensl., Zeugnisabschr. (keine Originale), Referenzen, Gehaltsanspr. u. Lichtbild u. **E. 3814** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erb.

Fortsetzung auf Seite 16.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 14. Dezember 1933** **Heft 50**

UMSCHAU

Das Fernmeldewesen im 2. Halbjahr 1932*.

Die Weiterentwicklung im Fernmeldewesen vollzog sich entsprechend der wirtschaftlichen Lage auch in der 2. Hälfte des Jahres 1932 in ruhigen Bahnen. Immerhin sind von zahlreichen Teilgebieten erfreuliche Fortschritte zu melden. Soweit darauf nicht in dem „Rückblick auf die wichtigsten Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrotechnik im Jahre 1932“ (ETZ 1933, S. 432 und 480) eingegangen ist, soll im folgenden ein Überblick gegeben werden.

I. Zwischenstaatliche Zusammenarbeit.

Vom 3. IX. bis zum 10. XII. tagte in Madrid die Welttelegraphen- und Weltfunkkonferenz. Rd. 700 Bevollmächtigte von 80 Regierungen und Vertreter von 85 Gesellschaften fanden sich zusammen, um die mehr als 4000 Vorschläge, die zur Änderung oder Ergänzung der bestehenden Regelung gemacht waren, durchzuberaten. Das wichtigste Ergebnis der Konferenzen ist die Gründung des Weltnachrichtenvereins und die Abschließung des Weltnachrichtenvertrags, der das ganze Nachrichtenwesen umfaßt und damit an die Stelle des Welttelegraphenvertrages und des Weltfunkvertrages tritt. Der Vertrag (Convention Internationale des Télécommunications) enthält die grundsätzlichen Bestimmungen über das zwischenstaatliche Nachrichtenwesen. Die Einzelbestimmungen sind in drei dem Vertrage angefügten Vollzugsordnungen enthalten, und zwar in je einer für Telegraphie, Fernsprechwesen und Funkdienst. Der Einheitsvertrag ist ein Regierungsvertrag, für die Vollzugsordnungen sind die Telegraphenverwaltungen zuständig. Über den Inhalt des Vertrags ist in der ETZ 1933, S. 231, berichtet worden.

Der Weltnachrichtenvertrag und die Vollzugsordnungen treten am 1. I. 1934 in Kraft, soweit nicht für Einzelheiten ein früheres Datum vereinbart ist. Die nächste Weltnachrichtenkonferenz soll im Jahre 1937 in Kairo stattfinden.

Neben der Welttelegraphen- und Weltfunkkonferenz tagte vom 3. bis 12. IX. in Madrid auch eine Vollversammlung des zwischenstaatlichen beratenden Ausschusses für das Fernsprechwesen (bisher CCI, künftig CCIF genannt). Behandelt wurden neben Organisationsfragen Betriebs- und Gebührenfragen. Die nächste Tagung soll im Jahre 1934 stattfinden. Im Jahre 1933 tritt neben den etwa anzusetzenden Sitzungen der einzelnen Kommissionen nur ein engerer Ausschuß zusammen.

Während der Madrider Konferenzen fand auf deutsche Anregung auch eine Zusammenkunft von Vertretern der am Funkfernsprechverkehr beteiligten Verwaltungen und Gesellschaften statt, in der Beschlüsse über technische Ausgestaltung der Apparate gefaßt wurden, die der Sicherung der Geheimhaltung der Funkferngespräche im Überseeverkehr dienen sollen.

In Paris fand vom 5. bis 12. VII. 1932 der V. Internationale Elektrizitätskongreß statt. Fragen der Fernmeldetechnik wurden in der 8. und 9. Sektion behandelt (Leitungs-Fernmeldetechnik und Funkwesen). In 25 Berichten gaben dabei Fachleute der alten und neuen Welt einen Überblick über den Stand wichtiger Probleme der genannten Gebiete[1].

Ferner tagte in Paris vom 15. bis 21. VII. die dritte Vollversammlung des zwischenstaatlichen gemischten Ausschusses für Versuche, die den Schutz der Fernmeldeleitungen und der unterirdischen Rohrleitungen betreffen. Über die Verhandlungen ist in der ETZ 1933, S. 137, berichtet worden.

II. Technik.

In der Telegraphie hat der Gedanke eines dem Fernsprechbetrieb ähnlichen Vermittlungsbetriebes, der durch die Einführung des Springschreibers möglich geworden ist, weiter an Boden gewonnen. Die englische Telegraphenverwaltung hat am 15. VIII. 1932 den Springschreiberbetrieb auf den Fernsprechleitungen — den Telexbetrieb — eröffnet[2]. Während für die Leitungsbenutzung dieselben Gebühren wie für Ferngespräche zu zahlen sind — die telegraphische Nachrichtenübermittlung soll sich in das Gespräch einschieben oder seinen Abschluß bilden können —, sind an Miete für die Springschreiber jährlich 50 £ und für die Zusatzapparate und ihre Instandhaltung jährlich 15 £ zu entrichten. Der Telexdienst kann auch zur Auflieferung oder zum Empfang von Telegrammen benutzt werden (Printergrams).

Beim Fernsprechwesen ist zunächst über eine neue Seekabelverbindung zu berichten. Zwischen Belgien (La Panne) und England (St. Margaret's Bay) wurde Mitte Oktober 1932 ein Fernsprechseekabel mit 30 Viererseilen ausgelegt, das dem Fernsprechverkehr Englands mit dem Festlande, soweit er über Belgien geleitet wird, auf längere Zeit eine ausreichende Zahl von Sprechwegen bieten wird. Das Kabel ist 91 km lang. Die Hälfte der Doppeladern jeder Einzellänge ist unbelastet, die andere Hälfte mit Krarupdraht umsponnen; die einzelnen Längen werden so verbunden, daß längs jeder Leitung die belasteten und die unbelasteten Abschnitte abwechseln. Die Übertragungseigenschaften, die sich ergeben, lassen auch die Ausnutzung im Trägerstrombetrieb zu. Ferner hört man, daß die japanische Verwaltung erfolgreiche Versuche gemacht hat, die zwischen Shimonoseki und Fusan ausgelegten, ursprünglich nur für Telegraphie bestimmten Kabel zum Fernsprechen auszunutzen. Es wird beabsichtigt, demnächst den Fernsprechbetrieb zwischen Japan und dem Festlande über diese Kabel aufzunehmen. Dadurch würden Fernsprechverbindungen zwischen Tokio einerseits und Soeul, Dairen und Mukden anderseits möglich. In einer Zeit, in der die Neueinrichtung von Leitungsanlagen wegen der Ungewißheit der Verkehrsentwicklung nur mit Zurückhaltung vorgenommen werden kann, liegt es offenbar mehr denn je nahe, erst die vorhandenen Anlagen so weit und so vielseitig wie möglich auszunutzen. In dem Bestreben nach einer Mehrfachausnutzung der Fernkabelleitungen für den Fernsprechbetrieb wurden in Deutschland eingehende Versuche über die Möglichkeit der Zweibandtelephonie im Fernkabel gemacht. Nachdem sich dabei ergeben hat, daß bei den leicht belasteten Adern der neueren Fernkabel die nichtlineare Verzerrung der Gesamtheit der Übertragungselemente klein genug ist und daß sich auch die andern technischen Schwierigkeiten überwinden lassen, sind Arbeiten für die Einrichtung einer Vierdraht-Zweiband-Verbindung im Gange. Zu der in der Übertragungstechnik so wichtigen Frage des erforderlichen Frequenzbandes wurde durch theoretische Untersuchungen und durch Versuche festgestellt, daß sich bei Unterdrückung von Frequenzgebieten der Sprachübertragung die fehlen-

* Umschau für das 1. Halbjahr 1932: ETZ 1933, S. 73.

[1] ETZ 1932, S. 713 u. 1103.

[2] ETZ 1933, S. 407.

Digitized by Google

den Frequenzen am Ende der Übertragungstrecke bis zu einem gewissen Grade wieder herstellen lassen durch Bildung von Kombinationstönen aus den übertragenen Frequenzen. Es ist möglich, daß das Verfahren Bedeutung gewinnt für die Wiederherstellung der natürlichen Klangfarbe bei Fernsprechübertragungen oder auch für die Einschränkung der erforderlichen Frequenzbreite.

Die vorbereitenden Messungen und Versuche an Leitungen mit Endverstärkern, die den Fernleitungen bei den Endfernämtern fest zugeordnet werden sollen, sind günstig verlaufen. Daher ist in Aussicht genommen worden, das Fernamt Karlsruhe (Baden) als erstes Fernamt in Deutschland mit Endverstärkern auszurüsten.

Zum Abschluß gekommen ist die Entwicklung neuer Verstärkerröhren in Deutschland. Bei den für die Leitungsverstärker bestimmten Ba-Röhren beträgt der Heizstrom nur noch 0,5 A gegen 1,1 A bei den bisher benutzten Röhren, so daß sich neben technischen auch erhebliche wirtschaftliche Vorteile bei Benutzung der neuen Röhren ergeben.

Die Verwendbarkeit des Pegelschreibers wurde wesentlich erweitert durch Ausarbeitung von Meßverfahren, nach denen man mit dem Pegelschreiber einfach und schnell eine große Zahl der an Leitungen und Apparaten vorzunehmenden Wechselstrommessungen (z. B. Fehlerortsmessungen, Laufzeitmessungen) ausführen kann.

In der technischen Weiterentwicklung der Ortsämter sind in Deutschland Fortschritte besonders bei den kleinsten Ämtern zu verzeichnen, von deren Ausgestaltung die wirtschaftliche Erschließung der Landgemeinden für den Fernsprecher abhängt. Bei den Schaltungen für ganz kleine SA-Ämter (mit höchstens 27 Anschlüssen) sind als Leitungswähler zwei 15teilige Drehwähler verwendet, die durch Einfügung von Raststellen auf die einzelnen Zehnergruppen eingestellt werden. Der Aufbau ist so vereinfacht, daß sich alle Einrichtungen außer der Batterie in einem Wandgestell unterbringen lassen. Eingehende Untersuchungen wurden ferner über die Zweckmäßigkeit von Gruppenumschaltern als kleinsten Unterzentralen für den Selbstanschlußbetrieb auf dem Lande angestellt.

Auf dem Gebiete der Funktechnik sind die Fortschritte in der Bekämpfung der Schwunderscheinungen hervorzuheben. Eine besondere Antennenform, die zur Bekämpfung des im Rundfunkbetriebe so außerordentlich störenden Nahschwundes entwickelt wurde, ist in die Praxis eingeführt. Wie sich durch die Messungen am Großrundfunksender Breslau ergeben hat, entspricht ihre Wirksamkeit durchaus den Erwartungen: Die Zone des Nahschwundes wird um etwa 30 % weiter hinausgerückt.

Bemerkenswert ist ein in England erprobtes Verfahren zur Verbesserung der Übertragungsgüte von Funkfernsprech-Verbindungen, die Verwendung des „Compandor". Dieser Apparat verstärkt die lautschwachen Silben mehr als die lautstarken; am Empfangsort tritt der umgekehrte Vorgang ein. Dadurch wird die Energie der lautschwächeren Silben gegenüber dem Störspiegel gehoben, ohne daß bei den lautstarken Silben eine Übersteuerung des Senders eintritt. Besondere Maßnahmen erforderten in England die Schwierigkeiten, die sich daraus ergaben, daß man für die Verbindungen nach Ägypten und Kanada nur einen Sender bereitstellen, aber Durchgangsverbindungen zwischen den beiden Ländern herstellen wollte. Da die Parallelschaltung der Strahlwerferantennen nicht voll befriedigte, hat man schließlich für die beiden Richtungen zwei um 10 kHz getrennte Frequenzen gewählt und läßt den Sender durch eine sprachgesteuerte Schaltung von einer auf die andere Wellenlänge umschalten.

In der Fernsehtechnik wurde die Empfindlichkeit der Photozellen erhöht und die Lichtquellen zur Herstellung der Bilder verbessert. Daß auch im Auslande die Fernsehversuche mit Erfolg fortgesetzt werden, ergibt sich aus der Nachricht, daß eine Fernsehsendung der British Broadcasting Corporation von England in Dänemark empfangen, auf einer Drahtleitung nach Kopenhagen übermittelt und dort gut wiedergegeben wurde.

Einen allgemeinen Überblick über den Stand der Funktechnik gab die 9. Große Deutsche Funkausstellung in Berlin vom 19. bis 28. VIII. 1932[3]. Besonders erwähnt seien von den Ausstellungsgegenständen die beweglichen, d. h. auf Elektrokarren oder Kraftwagen untergebrachten Sender, die größten Senderöhren, die Modelle von Antennen zur Bekämpfung des Nahschwundes, die Sonderausstellung „Fernsehen", auf der die verschiedensten Verfahren gezeigt wurden, und neu entwickelte Hochfrequenz-Meßgeräte. Bei den hochwertigen Rundfunkempfängern ist der Superhet in den Vordergrund getreten, weil bei ihm durch Bandfilter die hohe Trennschärfe erreicht werden kann, die bei der heutigen dichten Belegung des Rundfunkwellenbandes mit Sendern angestrebt wird. Selbsttätige Schwundregelung durch Exponentialröhren war bei den hochwertigen Empfängern allgemein zu finden.

[3] ETZ 1932, S. 1025.

III. Verkehr und Organisation.

Bei der Telegraphie hielt der Verkehrsrückgang unter dem Einfluß der schlechten Wirtschaftslage an. In Deutschland hat die Zahl der Telegramme gegenüber dem zweiten Halbjahr 1931 um etwa 13 % abgenommen.

Ein neues einadriges Telegraphenseekabel wurde zwischen Marseille und Oran neben dem ersten im Jahre 1892 ausgelegten Kabel verlegt[4].

Auch im Fernsprechverkehr setzte sich der Verkehrsrückgang fort. In Deutschland war im Fernverkehr die Zahl der Gespräche um 12 %, im Ortsverkehr um 9 % geringer als im zweiten Halbjahr 1931. Die Zahl der Sprechstellen ging in der letzten Hälfte des Jahres 1932 um 2,5 % zurück. Auch in andern Ländern ist die Entwicklung ähnlich verlaufen; für den Bell-Konzern wird eine Abnahme der Teilnehmerzahl um fast 6 % für dieses Halbjahr angegeben. Im ganzen beträgt der Rückgang der Teilnehmerzahl beim Bell-Konzern im Jahre 1932 annähernd 1,6 Millionen, d. s. 10 %. Der Fernverkehr ist in den V. S. Amerika 1932 um 25 % zurückgegangen. In Großbritannien, Frankreich, der Schweiz und anderen Ländern wird dagegen eine Zunahme der Sprechstellen vermerkt, z. T. auch eine Zunahme des Inlandverkehrs gegenüber dem Vorjahre. In Wien, wo seit Beginn des Jahres 1932 auch für die Ortsgespräche die Dauer als Bemessungsgrundlage für den Tarif genommen wird, ist die durchschnittliche Gesprächsdauer um 15 % zurückgegangen.

Das deutsche Fernkabelnetz ist um wichtige Strecken erweitert worden. Ein neuer Anschluß an das niederländische Netz ist durch Inbetriebnahme der Strecke Düsseldorf—Venlo gebildet worden. Ferner sind in Betrieb genommen die Strecken Leipzig—Köln, Köln—Trier und Leipzig—Chemnitz.

Neu eröffnet wurden die Sprechbeziehungen von Deutschland nach Ägypten über eine unmittelbare Funk-Fernsprechverbindung Berlin—Kairo und nach Belgisch Kongo über Brüssel. Die bereits bestehenden Sprechbeziehungen zwischen Deutschland und Jugoslawien, Niederländisch Indien, Südafrika und Venezuela wurden auf weitere Orte der fremden Länder ausgedehnt. Unter den neuen Leitungen von Deutschland nach dem Ausland sind zu erwähnen die dritte Leitung Berlin—Moskau und eine unmittelbare Leitung Berlin—Belgrad, die an Stelle der anfangs in Zagreb regelmäßig durchzuschaltenden Leitung Berlin—Zagreb/Belgrad trat. Im Durchgang durch Deutschland wurden zahlreiche neue Verkehrsbeziehungen aufgenommen, darunter die Beziehung zwischen den V. S. Amerika und Siam mit Vermittlung in London und Berlin.

Belgien hat eine Funk-Fernsprechverbindung mit Belgisch Kongo geschaffen. England hat eine unmittelbare Funkfernsprechlinie mit Kanada eröffnet, während bisher der Verkehr mit Kanada über die Verbindung mit den V. S. Amerika abgewickelt wurde. Eine Funkfernsprechlinie zwischen England und Indien ist im Berichtsabschnitt vorbereitet und inzwischen eröffnet worden[5]. Die britische und französische Telegraphenverwaltung haben die Auslegung eines weiteren Fernsprech-Seekabels zwischen ihren Ländern vereinbart und seitdem bereits ausgeführt. Auch der Funkbetrieb dient mit neuartigen Mitteln dazu, den Kanal zu überbrücken. Eine Telegraphen- und Fernsprechverbindung mit Mikrostrahlen (Wellenlänge 18 cm) zwischen Hythe und Calais soll der Flugsicherung dienen[6]. In Algerien sind im Jahre 1932 insgesamt fast 1000 km Fernkabel ausgelegt und in Betrieb genommen worden.

Die Ausdehnung des Weltfernsprechnetzes ist auch durch Einrichtung neuer Funk-Fernsprechverbindungen fortgeschritten. So wurde der Verkehr zwischen Lima in Peru und New York und zwischen Lima und Santiago aufgenommen. Erwähnt seien auch Verbindungen zwischen Miami (Florida) einerseits und Santiago (Chile), Bogota (Kolumbien) und Nassau (Bahama-Inseln) anderseits.

Im See-Funksprechdienst sind die Seezonen neu festgesetzt worden. Auch sind Dänemark, Frankreich und die Tschechoslowakei und die Niederlande in den Dienst mit deutschen Schiffen über deutsche Küstenfunkstellen ein-

[4] ETZ 1933, S. 186.
[5] ETZ 1933, S. 186.
[6] ETZ 1933, S. 508.

Digitized by Google

bezogen worden. Anderseits ist der Verkehr deutscher Schiffe mit England auch über englische Küstenfunkstellen vereinbart worden; ferner wurde der Verkehr von Deutschland mit italienischen Schiffen über Rom eingerichtet.

In den V. S. Amerika kam der seit mehr als zwei Jahren geführte Funk-Patentkampf, der sich in erster Linie gegen die RCA richtete, durch einen Vergleich zum Abschluß. Von Bedeutung dabei ist, daß die General Electric Co. und die Westinghouse Electric Co. ihren Aktienbesitz an der RCA abstoßen müssen und auch später weder Anteile der Gesellschaft erwerben noch in ihrem Aufsichtsrat vertreten sein dürfen.

Im Rundfunk ist in zahlreichen Ländern eine Weiterentwicklung zu verzeichnen. In Deutschland hat die Zahl der Rundfunkteilnehmer um 188 000 auf 4 308 000 zugenommen. Die Zahl der zahlenden Teilnehmer hat allerdings nur um 88 000 zugenommen, da am Ende des Jahres 1932 rd. 512 000 Teilnehmer von der Gebührenzahlung befreit waren.

In Frankreich rechnet man mit der endgültigen staatlichen Regelung des Rundfunks im Jahre 1933. Die bestehenden Privatsender sollen bis dahin nicht stillgelegt werden. Doch beabsichtigt man, den Auftrag für einige Sender zu erteilen, deren Kosten aus dem Haushalt 1933 gedeckt werden sollen, in den man die Rundfunkgebühren einzusetzen gedenkt.

Die Zahl der Großsender ist ständig im Wachsen; so ist in Nanking ein Groß-Rundfunksender in Betrieb genommen worden[1]. Rumänien hat die Absicht, den Auftrag für einen Großsender zu erteilen. In Rußland will man zwei Sender verstärken, dabei wird für den einen dieser beiden Sender eine Leistung von 500 kW genannt. Die British Broadcasting Corporation hat eine Reihe neuer Kurzwellensender mit Strahlwerferantennen in Betrieb genommen. Die Sender sollen Rundfunkdarbietungen nach den englischen Kolonien übertragen.

Die Rundfunkübertragungen zwischen den einzelnen Sendegesellschaften über Leitungen wurden im Inland wie im Ausland weiter gefördert. Im Jahre 1932 sind allein innerhalb Deutschlands etwa 8000 Rundfunkübertragungen durchgeführt worden. K. Höpfner.

[1] ETZ 1932, S. 1184.

Verbesserungen der Kleinverteilung in der deutschen Elektrizitätswirtschaft.

Von Dr.-Ing. **J. Adolph**, VDI, Vorstandsmitglied der Berliner Kraft- und Licht-AG. (BKL) und der Berliner Städtische Elektrizitätswerke AG. (BEWAG).

Übersicht. Nicht nur auf dem Gebiet der Krafterzeugung und der Großübertragung sind Verbesserungen möglich, sondern auch bei der Kleinverteilung. Im Gegensatz zu manchen anderen Ländern besteht in Deutschland bereits eine einheitliche Frequenz. Der Großteil aller stationären Neuanlagen wird für Drehstrom errichtet, Gleichstrom findet sich noch im Kern der Städte und in kleineren Anlagen. Ein Vorwärtstreiben in der Richtung des Übergangs von Gleichstrom zum Drehstrom ist wünschenswert. Die Verteilungspannung von 110 V sollte überall auf 220 V erhöht werden. Eine völlige Vereinheitlichung der Kleinabnehmertarife wäre nur möglich beim Aufgehen aller bisher selbständig betriebenen Unternehmungen in einem großen Reichsbetrieb; aber auch ohne Durchführung dieser radikalen Maßnahme wären hinsichtlich Angleichung der Tarife Fortschritte möglich.

A. Einleitung.

Nach einer Mitteilung, die unlängst vom Reichswirtschaftsministerium ausging, soll unter Anhörung hervorragender Sachverständiger geprüft werden, ob und welche Maßnahmen zu einer Verbesserung der deutschen Elektrizitätswirtschaft getroffen werden können; es wurde der Meinung Ausdruck gegeben, daß eine Vereinfachung der Organisation der Elektrizitätswirtschaft durchführbar wäre mit dem Ziele: Herabsetzung der Kosten, Ausweitung des Absatzes, Angleichung und Ermäßigung der Strompreise.

Betrachtet man die Landkarte der Elektrizitätsversorgung Deutschlands, in der die Verwaltungsgrenzen der in Deutschland arbeitenden etwa 3000 Elektrizitätswerke dargestellt sind, glaubt man eine Karte des politischen Deutschland aus dem Mittelalter vor sich zu haben: neben einigen wenigen größeren geschlossenen Versorgungsgebieten eine Unzahl von mittleren, kleinen und kleinsten Werken mit und ohne eigene Stromerzeugung, eine Reihe von Höchstspannungs- und Hochspannungsleitungen — alles ohne umfassenden klaren Aufbau und organische Gliederung. Der Gedanke, durch Vereinfachung der Organisation Wandel zu schaffen, springt dem Betrachter der Landkarte förmlich in die Augen. Zweifellos liegt hier eine Fülle dankenswerter Aufgaben vor, z. B. durch Beseitigung von Zwergunternehmen, Verhinderung von geplanten unwirtschaftlichen Stromerzeugungswerken oder Erweiterungen, Zwang zur Verkupplung von benachbarten Werken zwecks gänzlicher oder zeitweiser Stillegung unwirtschaftlicher Betriebe, Ausgleich der Spitzen, Stromaustausch zu gewissen Jahres- oder Tageszeiten und anderes mehr. Obwohl in den letzten Jahren durch die natürliche wirtschaftliche Entwicklung schon erhebliche Verbesserungen erzielt worden sind, wird es gleichwohl möglich sein, in dieser Richtung weiterhin laufend Fortschritte zu erzielen.

Während es sich hierbei vorwiegend um die Probleme der Stromerzeugung und der Großverteilung handelt, die in erster Linie die beteiligte Fachwelt interessieren, soll im Nachstehenden die Aufmerksamkeit auf ein Gebiet gelenkt werden, das auch die große Masse der Verbraucher angeht — das ist die Kleinverteilung und die damit zusammenhängenden Probleme.

Dem Kleinabnehmer und Verbraucher ist von der Buntscheckigkeit der deutschen Elektrizitätswirtschaft nicht viel bemerkbar; er kennt nur sein eigenes Elektrizitätswerk, das ihn beliefert; beim Einkauf von Lampen und Geräten hat er darauf zu achten, welche Spannung er in seiner Anlage hat und bei gewissen Apparaten, welche Stromart, Gleichstrom oder Drehstrom. Direkt zu spüren bekommt der Abnehmer diese Dinge beim Umzug von einem Stadtteil in den anderen oder von einer Stadt in die andere. Hierbei wird er oft feststellen müssen, daß seine sämtlichen Lampen unverwendbar sind und daß motorische und Wärmeapparate umgeschaltet, d. h. umgebaut oder daß Zusatzapparate, wie beim Rundfunkgerät, beschafft werden müssen, ferner daß der elektrische Strom ihm nach ganz anderen Gesichtspunkten in Rechnung gestellt wird wie bisher.

Es fragt sich, ob dieser Zustand verbessert werden und durch Einführung eines einheitlichen Verteilungssystems mit einheitlicher Spannung die Elektrizität, vom Verbraucher aus gesehen, genormt werden und zu einheitlichen Preisen und Bedingungen verkauft werden kann.

An dem Beispiel der Versorgung der Reichshauptstadt soll im Nachstehenden gezeigt werden, was in dieser Beziehung unter dem Einfluß eines einheitlichen führenden Willens durch planmäßige rechtzeitig angestellte Überlegungen und ausdauernde folgerichtige Arbeit erreicht werden kann.

Die Einheitsgemeinde Berlin ist im Jahre 1921 aus dem Zusammenschluß von 8 Städten, 59 Landgemeinden und 27 Gutsbezirken entstanden. Vor diesem Zusammenschluß war die Karte der Elektrizitätsversorgung im heutigen Berlin buntscheckig und uneinheitlich. Private und kommunale Werke bestanden nebeneinander. Bei Gründung der Einheitsgemeinde gingen sämtliche im kommunalen Besitz befindlichen Elektrizitätswerke an die Stadt Berlin über. Durch diesen Zusammenschluß einer großen Anzahl bisher getrennt betriebener Werke in einer einzigen Verwaltung, deren Funktionen im Jahre 1923 von der neu gegründeten Berliner Städtische Elektrizitätswerke AG. (BEWAG) übernommen wurden, war die Grundlage für die Vereinheitlichung der Berliner Elektrizitätswirtschaft geschaffen.

Die Bewag, von der rd. 89 % der Einwohner der Stadt Berlin versorgt werden, hat es von vornherein als eine ihrer wichtigsten Aufgaben angesehen, die Elektrizität, vom Standpunkt des Kleinverbrauchers aus gesehen, zu vereinheitlichen; dies bedeutet, daß die für Beleuchtung, Kleinkraft und Wärme benötigte niedergespannte Elektrizität allen Einwohnern des Versorgungsgebiets in gleicher Art und zu den gleichen Bedingungen zugeführt werden soll. Die sich selbst gestellte Aufgabe lautete also: gleiche Stromart, gleiche Spannung, gleicher Preis.

Digitized by Google

Die Schwierigkeiten, die sich einer solchen Normung der Elektrizität entgegenstellten, sind nicht gering zu veranschlagen. Sie schienen jedoch überwindbar, wenn man davon ausging, daß es zwar aus wirtschaftlichen Gründen nicht möglich war, den bestehenden Zustand sofort zu ändern, daß es vielmehr darauf ankam, klare Richtlinien zu schaffen, nach denen folgerichtig auf Jahre hinaus gearbeitet werden sollte, so daß man der wünschenswerten Einheitlichkeit nach und nach näher kommen würde. Die Tatsache, daß zu Beginn der Arbeiten nicht mehr als ¼ aller Haushaltungen im Versorgungsgebiet der Bewag elektrisiert waren, ließ erkennen, daß der Zeitpunkt durchaus nicht verpaßt war und daß man mit fortschreitender Anschlußbewegung dem Ziele schneller nahe kommen würde, als es zunächst den Anschein hatte.

Während die Innenstadt und einige Vororte mit Gleichstrom beliefert wurden, waren die meisten außen gelegenen Werke für Versorgung durch Drehstrom gebaut. Die Erzeugung wurde fast ausschließlich, der Strombezug gänzlich in Form von Drehstrom vorgenommen; der Drehstrom wurde zum Teil in Gleichstrom verwandelt. Es bestanden folgende Stromarten und Spannungen:

Gleichstrom	2 · 110 V
„	2 · 220 „
Drehstrom	3 · 120 „
„	3 · 130 „
„	3 · 220 „

B. Frequenz.

1. Berlin.

Völlige Übereinstimmung bei allen Berliner Werken und Netzen einschließlich der Fremd- und Fernwerke bestand von vornherein darin, daß die Frequenz des Drehstromsystems einheitlich 50 Hz betrug; nur das Drehstromsystem der Hoch- und Untergrundbahn-Gesellschaft wies eine um etwa 20 % nach unten abweichende Periodenzahl auf. Dieser Zustand war zu Beginn des Jahrhunderts dadurch entstanden, daß die Maschinen, in denen die Umformung des Drehstroms in den für den Bahnbetrieb notwendigen Gleichstrom erfolgte, für die höhere Periodenzahl von 50 nicht so vorteilhaft und betriebsicher gebaut werden konnten wie für die niedrigere Frequenz, wobei für die Einführung dieser ungewöhnlichen Frequenz auch die Tatsache mitgesprochen haben mag, daß die Berliner Elektrizitätswerke und die Hochbahn-Gesellschaft von zwei verschiedenen Industriegruppen gebaut sind. Das Bahnsystem war nur für eigenen Bedarf, nicht für Abgabe an Dritte gebaut; eine Verbindung der beiderseitigen Drehstromnetze zum Zwecke des Stromaustauschs und der gegenseitigen Unterstützung in Störungsfällen war nicht beabsichtigt und wegen der verschiedenen Frequenz auch nicht ohne weiteres möglich. Dies heute noch vollkommen isoliert bestehende System mit der kleineren Frequenz wurde seit Jahren nicht mehr erweitert; die neueren Strecken der Berliner Untergrundbahnen wurden durch die öffentlichen Elektizitätswerke mit Strom von 50 Perioden beliefert, eine Erweiterung des Hochbahnkraftwerkes ist ebenso wie eine Erneuerung nach den Bestimmungen des mit der BEWAG abgeschlossenen Stromlieferungsvertrages ausgeschlossen.

2. Deutschland.

Ein Blick auf die gesamte deutsche Elektrizitätswirtschaft zeigt, daß die Frage der Frequenz ebenso wie in Berlin in unserem ganzen Lande praktisch in idealer Weise gelöst ist. Von der erwähnten und einer weiteren Ausnahme abgesehen, die gar keine Bedeutung haben und absterben werden, und neben den in Bahnbetrieben für die Traktion angewandten abweichenden Periodenzahlen, die technisch und wirtschaftlich voll berechtigt sind, besteht in der allgemeinen Landesversorgung nach einigen inzwischen beendeten lokalen Umbauten die einheitliche Frequenz von 50 Perioden; das ist ein sehr bemerkenswerter und erfreulicher Zustand, der in anderen Ländern erst in langjähriger Normungsarbeit durch erhebliche Neuinvestierungen bei gleichzeitiger Vernichtung großer Vermögenswerte geschaffen wird; z. B. werden die Gesamtkosten für die seit fünf Jahren in Durchführung begriffene Frequenzvereinheitlichung in Großbritannien auf 50 Perioden vom Central Electricity Board auf etwa 400 Mill RM geschätzt; in anderen Ländern ist das Problem noch kaum angefaßt.

Die bemerkenswerte Tatsache, daß im Gegensatz zu der Versorgung mit Gleichstrom in einem Drehstromsystem eine Reihe von angeschlossenen Verbrauchsgeräten mit ihren Umlaufzahlen zwangsläufig mit den Umlaufzahlen der Erzeugermaschinen in den Werken gekuppelt ist und jede, wenn auch noch so geringe Änderung der Drehzahl in den Erzeugerwerken sich in einer entsprechenden Änderung der Drehzahlen bei den Verbrauchern bemerkbar macht, hat nun in den letzten Jahren dazu geführt, durch genaue Regelung der Drehzahl der Erzeugermaschinen in den Kraftwerken die Frequenz im Netz absolut konstant zu halten, so daß man dazu übergehen konnte, Uhren, die vorher nur durch Kontaktgeber in gewissen kleinen Zeiträumen sprungweise betätigt werden konnten, motorisch anzutreiben; erst hierdurch wurde ein richtiger, kontinuierlicher Betrieb von elektrischen Uhren mit gleichmäßig sich fortbewegenden Zeigern, z. B. auch mit umlaufenden Sekundenzeigern, möglich. Durch diese Art des Antriebs wird ein absolut synchroner Gang aller angeschlossenen Uhren erzielt, der alte, bisher nie erfüllte Wunsch des Kaisers Karl V., mehrere Uhren zum absoluten Gleichgehen zu bringen, ist durch die elektrische Synchronuhr in idealer Weise verwirklicht.

Infolge des in ganz Deutschland eingeführten einheitlichen Drehstromes mit gleicher Periodenzahl ist die Verkupplung aller Systeme untereinander ohne Periodenumformung und die Beeinflussung der Frequenz von einem einzigen Kraftwerk aus für ganz Deutschland möglich. An dem bestehenden Zustand ist nichts zu verbessern; daß bei Neuanlagen der allgemeinen Versorgung noch je wieder eine abweichende Periodenzahl auftauchen wird, ist kaum anzunehmen.

C. Stromart.

Hinsichtlich der Stromart liegen die Verhältnisse nicht so günstig. Der Drehstrom hat sich noch nicht allgemein durchgesetzt, sondern es bestehen — vorwiegend in der städtischen Versorgung — noch andere Stromsysteme.

1. Berlin.

Im Gebiet der BEWAG sind zwei verschiedene Stromarten vorhanden: Gleichstrom in der frühelektrisierten Innenstadt, dem sogenannten Alt-Berlin, während in den meisten der darum herumgelagerten Bezirke, in denen die elektrischen Anlagen später geschaffen wurden, die Elektrizität in Form von Drehstrom im Dreileitersystem mit verschiedenen Spannungen verteilt wird.

Bei gleicher Spannung ist die Frage Gleichstrom oder Drehstrom für den Haushalt, für Büroräume, Läden, Gastwirtschaften usw. nicht von großer Bedeutung, da alle Lampen, wenn man von den nur noch in geringer Zahl vorhandenen Bogenlampen absieht, sowohl für Gleichstrom als auch für Drehstrom verwendbar sind und die gleiche Leuchtwirkung ergeben. Das gleiche gilt von allen Apparaten und Geräten, die den elektrischen Strom in Wärme umsetzen, wie z. B. Herde, Heißwasserspeicher, Kochtöpfe, Bügeleisen, Brotröster und Heizapparate aller Art. Alle diese Geräte sind bei Gebrauch in beiden Stromsystemen — gleiche Spannung vorausgesetzt — verwendbar und gleichwertig. Für motorische Apparate, d. h. solche, die den elektrischen Strom mit Hilfe eines Elektromotors in Bewegung umsetzen, gilt dasselbe dann, wenn es sich um Motoren von verhältnismäßig kleiner Leistung handelt, wie z. B. bei Staubsaugern, Heißluftduschen, Küchenmotoren, Nähmaschinenmotoren, Ventilatoren geringer Leistung, kleineren Werkzeugen u. a. m., die mit einem Universalmotor ausgerüstet sind.

Dagegen eignen sich größere Motoren, die z. B. bei vielen Pumpen, Fahrstühlen, Waschmaschinen und größeren Elektrowerkzeugen usw. eingebaut sind, nicht für beide Stromarten, auch ist eine Umänderung solcher Motoren im allgemeinen nicht möglich. In allen gewerblichen und industriellen Betrieben, wo Elektromotoren im Gebrauch sind, sowie bei Fahrstuhlanlagen, wird die Auswechslung der Motoren und Umänderung der Leitungsanlage erforderlich. Hieraus ergibt sich, daß die Umschaltung von Lichtanlagen viel geringere Kosten verursacht als von Kraft; trotzdem tritt eine stärkere Entlastung der Netze ein, da der Lichtverbrauch mehr in die Zeit der Höchstbelastung fällt als der Kraftverbrauch.

Die Tatsache, daß die Erzeugung der elektrischen Arbeit bei den in Berlin in Frage kommenden Mengen nur in Form von hochgespanntem Drehstrom möglich ist und auch der sämtliche von auswärts bezogene Fremdstrom einschließlich des Fernstroms als Drehstrom angeliefert wird, läßt die nachträgliche Umwandlung eines erheblichen Teils des Drehstroms in Gleichstrom als eine unnötige Verteuerung erscheinen, und zwar sowohl in den Anlage- als auch in den Betriebskosten; die Umformung wäre zu vermeiden, wenn die elektrische Arbeit ausschließlich in ruhenden Transformatoren umgespannt und in Form von niedergespanntem Drehstrom verteilt würde. Bei der Gleichstromverteilung führt die Höhe der zu übertragen-

Digitized by Google

den Leistungen zu starken Zusammenballungen von Kabeln in der Nähe der Umformwerke, so daß durch Kabelbrände leicht umfangreiche und langdauernde Störungen entstehen können; erst mit Hilfe der Drehstromverteilung ist es bei stark massiertem Verbrauch möglich, größere Mengen elektrischer Arbeit technisch und wirtschaftlich befriedigend abzusetzen, da man mit den Hochspannungskabeln und den 6 kV-Transformatoren bis an die Schwerpunkte des Konsums herangehen und ein viel feinmaschigeres Speiseleistungsnetz bauen kann.

Auch vom Standpunkt der Betriebsicherheit ist der Drehstrom vorzuziehen. Früher galt Gleichstrom für betriebsicherer als Drehstrom; dies traf aber nur so lange zu, als die in den Drehstrom-Gleichstrom-Umformwerken vorhandenen Akkumulatorenbatterien so groß waren, daß sie bei Stromunterbrechungen die volle Stromlieferung vorübergehend übernehmen konnten. Da nun die Größe der Batterien aus wirtschaftlichen, teilweise auch aus räumlichen Gründen mit der Steigerung des Absatzes nicht Schritt halten konnte, so daß im Fall von Stromunterbrechungen die Batterie nur einen Teil des Gesamtbedarfs decken kann, ergab sich die Tatsache, daß im Fall einer Stromunterbrechung — etwa herrührend aus den oberirdisch verlegten Fernstromleitungen — die mit Drehstrom gespeisten Konsumenten oft schneller wieder in Betrieb kommen, als die mit Gleichstrom versorgten, weil es einige Zeit erfordert, die Umformmaschinen wieder in Betrieb zu nehmen, namentlich, wenn es sich um mehrere Maschinen handelt.

Bei der stürmischen Entwicklung, die nach Beendigung der Inflation im Strombedarf der Reichshauptstadt eintrat, wurden vor allem im gesamten Gleichstromgebiet umfangreiche und kostspielige Netzerweiterungen notwendig. Es wurde beschlossen, daß weder die in der Anlage und Betrieb kostspieligen und eine gewisse Unsicherheit in die Versorgung hineintragenden Umformeinrichtungen noch die von ihnen gespeisten Gleichstromnetze erweitert werden. Während in dem mit Gleichstrom von 2 · 110 V gespeisten Kern der Innenstadt die Lösung in der weiter unten behandelten Verdoppelung der Betriebspannung gefunden wurde, wurde beschlossen, daß der im 2 · 220 V-Gleichstrom-Gebiet über die derzeitige Leistungsfähigkeit hinaus auftretende zusätzliche Strombedarf von neu zu errichtenden Drehstromnetzen aufzunehmen ist, die dem jeweils auftretenden Bedarf entsprechend in den nächsten Jahren gebaut wurden und die neben den weiterbetriebenen Gleichstromnetzen die Versorgung übernahmen.

In erster Linie wurden wegen der geringeren Kosten und der stärkeren Entlastung der Spitze Lichtanlagen umgeschaltet. Hinsichtlich der den Abnehmern entstehenden Kosten für Änderung ihrer Installationsanlagen und ihrer Geräte wurde der Grundsatz aufgestellt, daß die Umschaltung weder zu einer Schädigung noch zu einer Bereicherung des Abnehmers führen sollte. Demgemäß wurden ihm die Kosten der Umschaltung nur zum Teil — auf Wunsch unter Gewährung von Teilzahlungen — auferlegt, in kleineren Anlagen wurden die Kosten von der BEWAG ganz übernommen.

Bis Ende des Jahres 1932 wurden insgesamt von Gleichstrom auf Drehstrom umgeschaltet

5 900 Hausanschlüsse,
60 700 Anlagen mit einem gesamten Anschlußwert von 59 200 kW.

Wegen der großen betriebstechnischen und installationstechnischen Vorteile, die ein System mit geerdetem Nulleiter aufweist und mit Rücksicht darauf, daß beim Umbau von Gleichstrom auf Drehstrom der vorhandene Nulleiter wieder verwandt werden kann, hat die BEWAG für die neuen, in den folgenden Jahren im Gleichstromgebiet gebauten Drehstromnetze von vornherein das Vierleitersystem angewendet, und zwar mit der Spannung 380/220 V. Hierbei ist die Spannung für Lampen, Haushaltgeräte, kleine Motoren usw. 220 V. Dieses System wird auch angewandt bei Neuanlagen, die als selbständige, geschlossene Versorgungsgebiete angesehen werden können, während die bereits bestehenden mit 3 · 220 V betriebenen ausgedehnten Drehstrom-Dreileiternetze unter vorläufigem Verzicht auf völlige Betriebsvereinheitlichung nicht geändert wurden; die Frage, ob der technisch wünschenswerte Umbau wirtschaftlich durchführbar ist, muß später gelöst werden.

2. Deutschland.

In Deutschland bestehen hinsichtlich der Stromart noch ein paar Ein- und Zweiphasenanlagen in größeren Städten als übriggebliebene Teilnetze, die jedoch auch in wenigen Jahren in moderne Drehstromnetze verwandelt sein dürften, sowie in einigen kleineren Werken von geringem Umfang.

Dank seiner hervorragenden Eigenschaften ist der Drehstrom Sieger auf der ganzen Linie; die äußeren Bezirke der Großstädte und die ganze ländliche Versorgung sind ihm zugefallen. Heute werden bereits viermal so viel Einwohner Deutschlands mit Drehstrom als mit Gleichstrom beliefert. Dank seiner Einheitsperiodenzahl ist der Zusammenschluß nicht nur benachbarter Werke, sondern großer Bezirke und ganzer Länder sowie der verschiedenen Kohlenbezirke untereinander und mit den deutschen Wasserkraftgebieten in vollem Ausbau begriffen.

Mit Ausnahme von Königsberg i. Pr., das bereits gänzlich auf Drehstrom umgeschaltet ist, ist nun noch in allen Großstädten, den meisten Mittelstädten und in vielen Kleinstädten Gleichstrom anzutreffen, entweder ausschließlich oder bei den größeren Städten die inneren Teile. Stromunterbrechungen von den meistens oberirdisch verlegten Überlandleitungen, auch wenn sie nur von wenigen Sekunden Dauer sind, können längere Unterbrechungen in der Gleichstromversorgung der hochempfindlichen Innenstadt verursachen. Wenn man also die Verkupplung der Netze und den Bezug von Fernstrom für eine volkswirtschaftliche Notwendigkeit hält, muß man die ausschließliche Verwendung von Drehstrom in den Städten als wünschenswert ansehen.

Auf lange Sicht erscheint der Übergang vom Gleichstrom zum Drehstrom in der städtischen Versorgung technisch und wirtschaftlich notwendig; dabei ist an eine radikale Entfernung des Gleichstroms aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft in absehbarer Zeit nicht zu denken, da zu große Vermögenswerte in den Umformanlagen und Verteilungsnetzen investiert sind. Trotzdem sollte man die Entwicklung der Werke in der Systemfrage nicht sich selbst überlassen, sondern durch Aufstellung gewisser Richtlinien für planmäßige Behandlung dieser wichtigen Frage Sorge tragen. Zunächst sollte verhindert werden, daß die Gleichstromversorgung sich geographisch weiter ausbreitet, sie muß vielmehr auf die von ihr zur Zeit innegehabten Stadtbezirke beschränkt bleiben; auch Erweiterungen der Stromversorgungseinrichtungen, Neuverlegung oder Erneuerung von Speiseleitungen und Verteilungsnetzen im Gleichstromgebiet sollten unterbleiben und alle Vorbereitungen getroffen werden, daß der zu erwartende Zuwachs durch neu anzulegende, neuzeitliche Drehstromnetze aufgenommen werden kann. Besondere Bedeutung haben diese Überlegungen für den Kern der Innenstädte, deren technisch und wirtschaftlich befriedigende Belieferung besonders wichtig und wegen des massierten Verbrauchs aber auch besonders schwierig ist. Irrwege, wie sie in den amerikanischen Hochhausbezirken mit 110 V-Gleichstrom beschritten sind, müssen in Deutschland unbedingt vermieden werden.

D. Spannung.

Auch die Verteilungspannungen in Deutschland sind keineswegs einheitlich. Das Beispiel Berlin zeigt auch hier den Umfang des Problems und wie es gelöst werden kann.

1. Berlin.

Bei beiden Systemen, Gleichstrom und Drehstrom, gab es in Berlin verschiedene Spannungen, die älteren Spannungen von 110 und 120 V — die ursprüngliche Netzspannung von 65 V wurde schon in den neunziger Jahren abgeschafft — und die modernere von 220 V.

Nach Beendigung der Inflation wurden auch in den mit der kleineren Spannung versorgten Gebieten umfangreiche und kostspielige Netzerweiterungen notwendig.

a) Gleichstrom.

Zuerst wurde die Frage in der Innenstadt spruchreif, deren anhaltende Entvölkerung nicht mit einem Absinken, sondern mit einem starken Anwachsen des Stromverbrauchs verbunden ist. Ihr innerster Kern wurde mit 2 · 110 V Gleichstrom betrieben, während in den darumgelagerten Gleichstrombezirken die Verteilungspannung schon von Anfang an 2 · 220 V betrug. Im Jahre 1925 wurde die Notwendigkeit erkannt, diese 110 V-Gleichstromnetze durch weiteren Ausbau um 30 % ihrer Leistungsfähigkeit zu verstärken, wofür die Kosten auf rd. 1,5 Mill RM geschätzt wurden. Gleichzeitig wurde die Frage geprüft, diese Netzteile auf die doppelte Spannung zu bringen; hierbei wurde davon ausgegangen, daß sämtliche den Abnehmern gehörenden Lampen und sonstigen Stromverbraucher auf Kosten der BEWAG eingetauscht oder umgeändert werden mußten, da die Spannungserhöhung ja lediglich im Inter-

Digitized by Google

esse des Elektrizitätswerkes vorgenommen wurde; die gesamten Kosten wurden zu etwa 1,6 Mill RM ermittelt.

Bei dem geringen Mehraufwand, der bei der Spannungserhöhung entstand, war man natürlich sofort geneigt, sich für die Umschaltung zu entscheiden, zumal ein weiterer Ausbau der vorhandenen Kabelnetze kaum noch möglich war, da in verschiedenen Straßen bereits 100 Kabel und mehr in einem Kabelgraben lagen. Ferner sprach für die Spannungserhöhung, daß ja nicht nur eine Steigerung der Leistungsfähigkeit der Netze, wie verlangt, um 30 %, sondern um 100 % entstand und gleichzeitig die Steigeleitungen und Installationen in den Wohnhäusern auf die doppelte Leistungsfähigkeit gebracht wurden. Es war jedoch zu bedenken, daß gerade der innere Kern der Innenstadt Installationsanlagen mit einem Alter von 25 bis 30 Jahren und darüber aufwies, von denen man nicht im voraus übersehen konnte, wie sie sich bei verdoppelter Spannung verhalten würden. Es war ferner zu bedenken, daß in diesem Stadtteil wegen seiner ganz besonderen und einmaligen Eigenart als Mittelpunkt der Weltstadt und Zentrum von Verwaltung, Wirtschaft und Verkehr unbedingt dafür gesorgt werden mußte, daß die Überleitung zur höheren Betriebspannung nicht nur unmerkbar, sondern auch ohne nur vorübergehende Beeinträchtigung der bisherigen Sicherheit der Elektrizitätszufuhr durchgeführt werden mußte. Insgesamt waren fast 4900 Abnehmer mit einem Anschlußwert von rd. 21 300 kW umzuschalten.

Die höhere Spannung von 220 V, die bei neueren ortsfesten Anlagen in Deutschland ausschließlich angewandt wird, wurde nun auch als die endgültige und einzige Spannung im Netz der BEWAG bestimmt. Man entschloß sich auch mit Rücksicht darauf, daß die Gleichstromkabel später doch vielleicht einmal durch Drehstromkabel ersetzt werden müssen, keinerlei Neuinvestierungen in Form von 110 V-Gleichstromanlagen mehr zu machen. Nach gründlichen Vorarbeiten wurden in dreijähriger planmäßiger Arbeit die Netzspannung auf 2 · 220 V gebracht und sämtliche Verbraucheranlagen auf 220 V umgeändert. Sämtliche Glühlampen, Geräte und Motoren bei den Abnehmern wurden auf Kosten der BEWAG ausgewechselt oder für höhere Spannung umgeändert.

Durch diese in erster Linie aus wirtschaftlichen Überlegungen entstandene Spannungserhöhung, die praktisch störungsfrei durchgeführt werden konnte, und bei der sich herausstellte, daß auch die ältesten Leitungen die doppelte Spannung aushielten, wurde eine einheitliche Verbrauchspannung von 220 V im Gleichstromgebiet erzielt. Damit ist gleichzeitig für die später zu erwartende teilweise oder gänzliche Umschaltung von Gleichstrom auf Drehstrom, die infolge weiterer Konsumsteigerung schon in Angriff genommen werden mußte, erhebliche Vorarbeit in den Hausinstallationen geleistet.

b) Drehstrom.

Auch in dem mit Drehstrom gespeisten Gebiet waren abweichend von der als normal und endgültig anzusehenden Spannung von 220 V kleinere Spannungen vorhanden, und zwar im Gebiet der früheren Stadtgemeinde Charlottenburg: 3 · 120 V für die allgemeine Versorgung und daneben in einem besonderen Verteilungsnetz 3 · 130 V für Fahrstuhlanlagen. Die starke Entwicklung eines Teils dieses Stadtgebiets machte die Entscheidung der Frage notwendig, ob man das bestehende 3 · 120 V-Netz verstärken oder zu einer höheren Spannung übergehen sollte. Man entschied sich aus ähnlichen Erwägungen wie beim Gleichstrom für das letztere. Obwohl infolge reichlicher Bemessung der Verteilungsnetze eine wirtschaftliche Notwendigkeit zur Erhöhung der Spannung zunächst nur in einem kleinen Teilgebiet vorlag, wurde die Spannungserhöhung zunächst von 3 · 120 V auf 3 · 220 V doch planmäßig für das ganze Gebiet in Angriff genommen unter dem Gesichtspunkt, daß die Normalisierung der Spannung, auf lange Sicht gesehen, eine technische und wirtschaftliche Notwendigkeit ist und die Umschaltung wegen der bisher geringen Zahl der an das Netz angeschlossenen Wohnungen und ihrer geringen Sättigung mit elektrischen Apparaten um so billiger wird, je früher sie vorgenommen wird. Bei der Spannungserhöhung in Charlottenburg wurden lediglich die Transformatoren in den Netzstationen ausgewechselt, während Kabel und Installationen auch in diesem Fall beibehalten werden konnten. Da das vorhandene Netz ein Dreileiternetz ohne Nulleiter war und von dem Umbau auf ein Vierleiternetz aus wirtschaftlichen Erwägungen abgesehen werden mußte, ergab sich als Betriebspannung 3 · 220 V in Übereinstimmung mit den angrenzenden Systemen. Die Arbeiten wurden Jahr für Jahr fortgesetzt; bis Ende 1932 wurden etwa 4800 Häuser umgeschaltet mit etwa 73 100 Anlagen von einem gesamten Anschlußwert von etwa 138 400 kW. Die Umschaltung steht vor der Vollendung. Die Kostenfrage wurde wie im Gleichstromgebiet behandelt, d. h. dem Abnehmer entstanden durch die Umschaltung keinerlei Kosten.

2. Deutschland.

Für den völligen Umbau der Netze von 110 auf 220 V spricht zunächst, daß die für eine Betriebspannung von 110 V gebauten Verteilungsanlagen bei Übergang auf die doppelte Spannung in ihrer Leistungsfähigkeit auf das Doppelte heraufgesetzt werden; dies bedeutet, daß die in den Leitungen ruhenden Vermögenswerte erheblich besser ausgenutzt und Erweiterungen auf Jahre hinaus vermieden werden können. Dies ist im Interesse unserer Volkswirtschaft dringend zu wünschen, da durch diese Maßnahme der Bedarf an Kupfer verringert würde. Dieselben Erwägungen gelten für Hausanschlüsse, Steigeleitungen und Installationen.

Bei der Prüfung der Frage, ob die Spannung von 110 V völlig zugunsten von 220 V aufgegeben werden sollte, kann an der amerikanischen Praxis nicht vorübergegangen werden. In den V. S. Amerika ist nämlich — stark beeinflußt durch die Glühlampenindustrie — eine Normalisierung der Verteilungspannung mit 110 V praktisch durchgeführt, die Spannung von 220 V wird völlig abgelehnt; Lampen und Apparate für diese Spannung gelten als anormal, sie sind teurer und erfordern längere Lieferfristen. Es waren auch hier Ansätze vorhanden, die höhere Spannung zu verwenden, z. B. in der Stadt Providence (New York), deren Verteilungsnetz für 2 · 220 V gebaut war. Nachträglich wurde es auf 2 · 110 V umgeschaltet, von uns aus gesehen eine Rückwärtsentwicklung, die nur aus dem starken, keine Ausnahme duldenden Wunsch nach völliger Vereinheitlichung im ganzen Lande zu verstehen ist. Als Begründung für die niedrigere Spannung wurde angegeben, daß die Verluste im niedergespannten Verteilungsnetz bei 110 V zwar höher, die Lichtausbeute in den Lampen dafür aber wesentlich größer und der Gesamtwirkungsgrad daher besser als bei 220 V wäre; ferner wäre die Spannung von 220 V beim Abnehmer zu gefährlich. Daß die Wahl der niederen Spannung zu wesentlich höheren Kupfergewichten im Netz führt, hat im kupferreichen Amerika das Festhalten an 110 V wohl erleichtert, auch mag die Rücksicht auf die für 220 V schwieriger herzustellende Lampe mitgewirkt haben.

Für ein Land wie Deutschland, das den Großteil des benötigten Kupfers aus dem Ausland einführen muß, sollte im Gegensatz zur amerikanischen Praxis sowohl aus privatwirtschaftlichen als auch aus volkswirtschaftlichen Gründen der höheren Spannung von 220 V der Vorzug gegeben werden, zumal die Gefährlichkeit in den Abnehmeranlagen nach deutscher Ansicht viel weniger von der Höhe der Spannung als von der Bauart und dem Zustand der elektrischen Apparate und Leitungen abhängt, und ferner nur ein von Jahr zu Jahr kleiner werdender Teil der verteilten elektrischen Arbeit als Lichtstrom in Lampen, der größere Teil in Form von Kraft und Wärme in Motoren und Geräten verbraucht wird.

Die gleiche Spannung von 220 V ist übrigens in den letzten Jahren auch von anderen Ländern als normale Spannung eingeführt worden, u. a. von England, der Schweiz und Holland.

Ein weiterer Grund für die höhere Spannung hat in der letzten Zeit Bedeutung erlangt und wird in den nächsten Jahren eine noch größere Rolle spielen, das ist die bei der bevorstehenden Einführung von Großgeräten wie Elektroherden, Heißwasserspeichern und Kühlschränken in den Haushaltungen zu erwartende Vervielfachung des bisherigen Strombedarfs in den Wohnhäusern. Die sich hieraus ergebenden gesteigerten Anforderungen an Hausinstallationen einschließlich der Steigeleitungen, Hausanschlüsse und Netzeinrichtungen können bei der höheren Spannung natürlich wesentlich leichter befriedigt werden als bei 110 V, wo ohne vorangegangene Verstärkung der Übertragungseinrichtungen die Verwendung von Großgeräten in größerem Umfang in vielen Fällen ausgeschlossen sein wird.

Für die Werke selbst bringt die Umschaltung den großen Vorteil mit sich, daß die Netzverluste bei der höheren Spannung auf den vierten Teil zurückgehen und eine Zusammenschaltung von benachbarten, bisher getrennt betriebenen Netzteilen zwecks Erzielung eines besseren Ausgleichs durchführbar wird. Da die Spannungserhöhung ferner praktisch Vorbedingung für den Übergang zum

Digitized by Google

Drehstrom ist, bedeutet sie auch eine wesentliche Vorarbeit für die Einführung dieses endgültigen Verteilungssystems.

Es ist keine Frage, daß die Spannung von 220 V als Verteilungspannung in Deutschland sich allmählich durchsetzen wird; ob überall umgeschaltet wird und wie der Umschaltungsprozeß in den verschiedenen Städten verläuft, ist im einzelnen nicht bekannt, er hängt natürlich von der Einstellung der jeweiligen Werksleitung ab.

Daß der Übergang von der niederen Spannung auf die höhere sich in Deutschland unaufhaltsam fortsetzt, zeigt eine Statistik der deutschen Lampenerzeugung, wonach in den letzten 10 Jahren der Anteil der Lampen von 110 ··· 140 V an der Gesamtproduktion von 36,7 % auf 24,6 % gefallen, der Lampen von 200 ··· 260 V von 61,1 % auf 73,1 % gestiegen ist; der Anteil an 110 V-Lampen beträgt also — übrigens in Übereinstimmung mit der Zahl der mit 110 V versorgten Einwohner Deutschlands — immer noch etwa ¼ der Gesamtzahl.

Durch Herausgabe einheitlicher Richtlinien könnte der Prozeß vermutlich beschleunigt zu Ende geführt werden. Als Endziel muß gelten, daß in Deutschland für stationäre Anlagen die Einheitspannung von 220 V völlig durchgeführt wird.

E. Tarife.

1. Berlin.

Die letzte Forderung: Gleiche Bedingungen und Tarife war in Berlin am schnellsten zu verwirklichen. Nach Gründung der BEWAG wurden die bisher bei den einzelnen Teilwerken bestehenden, voneinander stark abweichenden Tarife beseitigt und ein einheitlicher Kleinabnehmertarif im Gesamtgebiet der BEWAG eingeführt. Weiter wurden gelegentlich von Verhandlungen, die die BEWAG im eigenen Namen oder im Auftrag der Stadt Berlin als Konzessionsgeberin mit anderen Elektrizitätswerken, die Teile des Berliner Stadtgebiets beliefern, zu führen hatte, im Wege der Verhandlungen vereinbart, daß diese anderen Werke stets die gleichen Bedingungen und Kleinabnehmertarife in ihren Versorgungsgebieten einzuführen haben wie die BEWAG; dadurch wurde erreicht, daß im ganzen Gebiet der Stadt Berlin mit einer einzigen Ausnahme einheitliche Tarife für Niederspannung gelten und etwa 99,9 % der Berliner Einwohnerschaft tarifarisch gleichmäßig behandelt werden.

Da die Einführung des neuen einheitlichen Niederspannungstarifs zeitlich nach dem Zusammenschluß der Einzelwerke zum Großunternehmen erfolgte, wurden die wirtschaftlichen Auswirkungen des neuen Tarifs auf die früheren Einzelwerke rechnerisch nicht vorausberechnet und nachträglich nicht nachgeprüft; der Entschluß zur Einführung eines einheitlichen Tarifs ist unter solchen Umständen natürlich verhältnismäßig leicht zu fassen.

2. Deutschland.

Viel schwieriger liegen die Verhältnisse, wenn man das Gebiet des Deutschen Reichs betrachtet, aber auch hier müßte es möglich sein, mit der praktischen Arbeit zu beginnen.

Gute Vorarbeit ist geleistet durch die auf Initiative der BEWAG von der Vereinigung der Elektrizitätswerke ins Leben gerufenen einheitlichen „Lieferungsbedingungen für den Verkauf elektrischer Arbeit", die bereits von einem Teil der bestehenden Werke sowie von vielen neu ins Leben gerufenen Unternehmungen eingeführt wurden und eine Vereinheitlichung des Verkaufsgeschäfts elektrischer Arbeit im ganzen Reich herbeiführen sollen mit dem ausgesprochenen Ziel, als notwendige Vorarbeit für die Vereinheitlichung der Tarife zu gelten.

Die schlagartige Einführung eines einheitlichen Kleinabnehmertarifs in Deutschland wäre nur möglich, wenn alle Unternehmungen in einem großen Gebilde aufgehen würden, wie es z. B. bei Eisenbahn und Post ohne Berücksichtigung der Einzelselbstkosten durchgeführt wurde. Wenn an die Durchführung solcher Maßnahmen nicht gedacht wird, sollte die Frage geprüft werden, ob man in anderer Weise vorwärts kommen kann. Gewisse feststehende Tatsachen, die in den letzten Jahren sich in der Praxis ergeben haben, geben die Richtung an, in der gearbeitet werden müßte.

Als Tatsache muß man ansehen, daß in Stadt und Land darauf Rücksicht zu nehmen ist, daß die Elektrizitätswerke in Kraftbetrieben keine Monopolstellung haben, sondern in Wettbewerb stehen mit der Eigenerzeugung. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit zur Schaffung von besonderen Krafttarifen.

Als weitere Tatsache muß man ansehen, daß im Haushalt die Elektrisierung noch in den Anfängen steckt und daß zur Erzielung von größeren Fortschritten auf diesem Gebiet zunächst geeignete Tarife geschaffen werden müssen, die einen starken Anreiz zum Mehrverbrauch bieten. Das würde zwangsläufig dahin führen, daß zweiteilige Tarife mit möglichst geringer Arbeitsgebühr einzuführen wären, wobei die Arbeitsgebühr entweder so niedrig sein muß, daß damit das elektrische Kochen, die Warmwasserbereitung und der Betrieb von elektrischen Kühlschränken wirtschaftlich möglich ist, oder es müssen für diese drei Hauptziele oder einzelne von ihnen besondere zusätzliche Tarife geschaffen werden, die als neue Gebilde nun bestimmt für ganz Deutschland einheitlich sein können.

Ferner sollte geprüft werden, ob es möglich ist, den Arbeitspreis in ganz Deutschland einheitlich festzusetzen; darüber, daß er zwischen 8 und 10 Rpf/kWh liegen sollte, besteht heute schon weitgehende Übereinstimmung. Mit Rücksicht auf die verschieden hohen Selbstkosten der einzelnen Unternehmungen könnten die notwendigen Unterschiede in den Werkseinnahmen durch verschieden hohe Grundgebühren erzielt werden. Damit wären als Nahziel die Grundlagen für die weitere Ausbreitung der Elektrizität geschaffen, ohne daß allerdings schon von Anfang an völlige Gleichheit in den Strompreisen erzielt wäre.

F. Arbeitsbeschaffung.

Alle Anzeichen deuten darauf hin, daß der Elektrizitätsverbrauch nunmehr nach drei Jahren schwerster Krise wieder ansteigende Tendenz haben wird. Infolge des großzügigen Arbeitsbeschaffungsprogramms der Regierung und aller dadurch zum Mitgehen beeinflußten Besteller wird die Anschlußbewegung sowie die Gerätebeschaffung einen kräftigen Aufschwung nehmen und der Stromverbrauch die Höchstmenge des Jahres 1929 hoffentlich bald wieder erreichen und überschreiten. Im Hinblick auf diese früher oder später bestimmt kommende Entwicklung sollten von jetzt ab keinerlei Erweiterungen in den Gleichstromsystemen mehr gemacht, sondern für den zu erwartenden Mehrverbrauch überall neuzeitliche und ausreichende Drehstromnetze ausgelegt werden. Erforderlichenfalls sind schon jetzt gewisse Bezirke von Gleichstrom auf Drehstrom umzuschalten. Vor allem aber sind keinerlei Erweiterungen in 110 V-Systemen — und zwar sowohl Gleichstrom als auch Drehstrom — mehr vorzunehmen; hier sollte mit der Umschaltung auf die höhere Spannung so bald wie möglich begonnen werden. Die Hauptsache ist, daß Fehlinvestierungen unbedingt vermieden werden müssen, d. h. daß keine Netzanlagen mehr neu errichtet werden, die nach einer Reihe von Jahren doch wieder entfernt werden müssen.

Die Werke haben ein Interesse daran, die Umschaltung, die doch einmal gemacht werden muß, zu beschleunigen, da die Anzahl der umzuschaltenden Lampen und Geräte noch dauernd wächst und die Umschaltung daher mit fortschreitender Elektrisierung umfangreicher, d. h. für die Werke teurer wird. Der Zeitpunkt für die Normalisierung wäre natürlich günstiger gewesen vor etwa 10 Jahren, wo die Elektrisierung noch nicht bis auf den heutigen Stand durchgeführt war; aber er ist bestimmt noch nicht verpaßt, wenn man sich, ohne sich einem übertriebenen Optimismus hinzugeben, ein Bild von der kommenden Entwicklung macht.

Wie zu erwarten ist und die Erfahrung bestätigt, ist die Umschaltung mit sehr viel Handarbeit verbunden, da sie sich ja nicht nur bei den Werken, sondern in viel größerem Umfange in den vielen Anlagen des Abnehmers abspielt. Für die Aufnahmen, die vor der Umschaltung zur Ermittlung des Umfanges der Arbeiten gemacht werden müssen, sowie für die eigentlichen Umschaltarbeiten einschließlich der vielen Transporte ist eine größere Anzahl von Monteuren erforderlich, die, da es sich um zusätzliche Arbeit handelt, zahlenmäßig wohl nirgends dem vorhandenen Personal entnommen werden können; bei der BEWAG sind allein in der Abteilung Umschaltung, ohne die in den werkseigenen Anlagen auszuführenden Arbeiten, im jährlichen Durchschnitt bis zu 250 Mann, und zwar fast alles Handarbeiter, tätig gewesen. In Anlagen, in denen eine Änderung der Installationen notwendig ist, also vorwiegend bei Kraftanlagen, müßten die Arbeiten durch ortsansässige Installateure ausgeführt werden, für die damit zusätzliche Arbeit geschaffen wird.

Für die elektrotechnische Industrie gibt es neue Arbeit durch Umwicklung und Neubeschaffung von Umformern, Motoren, Zählern und Geräten aller Art, Umstellung der Akkumulatorenbatterien und bei der Spannungserhöhung Neubeschaffung von Lampen.

Auf lange Sicht bedeutet die Vereinheitlichung von Strom und Spannung für alle an der Umstellung und dem Vertrieb betätigten Gruppen, also Industrie, Handel, In-

Digitized by Google

stallateure und Elektrizitätswerke, eine beachtliche Vereinfachung, die sich z. B. in der Lagerhaltung und Verwaltung kostensenkend bemerkbar machen muß.

Eine andere angenehme Folge der Beschäftigung mit diesen Fragen ergibt sich für die Werke noch dadurch, daß sie ein genaueres Bild von dem Zustand der Installationen in den Häusern, dem Umfang der Elektrisierung der Wohnungen und ihrer Sättigung mit Geräten usw. erhalten. Dadurch sind sie besser in der Lage, den Dienst am Kunden zu versehen, und erhalten gleichzeitig wertvolle Winke für die Werbung und Bearbeitung bisher nicht voll ausgeschöpfter Gebiete.

Die Umgestaltung der Tarife sowie die Einführung neuer Tarife ist stets mit einem gewissen Risiko hinsichtlich der finanziellen Auswirkung verbunden. Um einen wirtschaftlichen Mißerfolg zu vermeiden, müssen sorgfältig ausgeführte Vorausberechnungen angestellt werden, die nur möglich sind, wenn die zahlenmäßigen Unterlagen, die für die geldliche Auswirkung des Tarifs maßgebend sind, im voraus genau bekannt sind. Hierzu gehört in erster Linie eine genaue Kenntnis der zahlenmäßigen Zusammensetzung der Abnehmerschaft, die meistens nicht vorhanden oder, wenn vorhanden, vielfach veraltet ist, da die Verhältnisse dauernd im Fluß sind. Für die Ermittlung solcher genauen Unterlagen bei den Elektrizitätswerken ist stets charakteristisch, daß es sich um die Gewinnung eines Bildes aus einer sehr großen Zahl von Einzelfeststellungen handelt, z. B. die Ermittlung sämtlicher Häuser ohne Hausanschluß oder die Feststellung, wieviel Wohnungen mit 1, 2, 3 usw. Zimmern im Versorgungsgebiet vorhanden sind und ähnliches; das sind Arbeiten, die kaum vom vorhandenen Personal, sondern besser von vorübergehend eingestellten Hilfskräften erledigt werden, von denen keinerlei Vorkenntnisse sondern nur ein gewisses geistiges Niveau gefordert wird. Bei der BEWAG sind wiederholt derartige einmalige Erhebungen gemacht worden, bei denen bis zu 80 Mann 3 Monate beschäftigt werden konnten.

Also auch die ernsthafte Beschäftigung mit Tariffragen führt dazu, daß die Elektrizitätswerke neben vielen anderen Arbeiten sich, wenn auch nur vorübergehend — z.B. auch in den Wintermonaten — zusätzlich in den Dienst der Arbeitsbeschaffung für notleidende Volksgenossen stellen können.

Schluß.

Als nächstes Ziel muß nach der bereits bestehenden einheitlichen Periodenzahl die Durchführung einer einheitlichen Verteilungspannung von 220 V bezeichnet werden, als Fernziel die restlose Durchführung des Drehstroms.

Die Verwirklichung dieser beiden Aufgaben würde die deutsche Elektrizitätswirtschaft auf den höchsten Stand hinsichtlich Vereinheitlichung des Absatzes bringen, der zur Zeit denkbar ist zum Vorteil der Abnehmerschaft, der Elektrizitätswerke, der Installateure, des Handels und der fabrizierenden Industrie und damit der gesamten deutschen Wirtschaft. Keinerlei Interessen sind sichtbar, die durch ein solches Vorgehen — insbesondere in der Frage der Spannungserhöhung — geschädigt werden.

Die angeregte Angleichung der Kleinabnehmertarife wäre etwa in der Weise möglich, daß die Arbeitsgebühr sowie Sondertarife vereinheitlicht werden. Sie würden von der Bevölkerung sicher sympathisch aufgenommen, ihr Vertrauen zu den Werken stärken und anderseits den Werken, Installateuren und der Industrie die Werbung erleichtern. Konsumsteigerung wäre die Folge, was letzten Endes sich als preissenkender Faktor erweisen wird.

Frequenz- und Leistungsreglung in großen Netzen*.

Von Dr. K. Schäff, Berlin.

Übersicht. Es werden für die Frequenz- und Leistungsreglung die grundsätzlichen Reglungsarten, wie Hauptreglung, Nachreglung, Integralreglung usw., erläutert und die Anwendungsmöglichkeiten beim Parallelbetrieb behandelt, wie sie sich aus den Eigenschaften der einzelnen Reglerarten ergeben.

Das stark unterschiedliche Verhalten der parallel arbeitenden Maschinen infolge ihrer verschiedenen Reglungskennlinien sowie die Verschiedenartigkeit der Verbraucher, solcher frequenzempfindlicher Art und solcher mit starken Lastschwankungen, haben bei den immer weiter gehenden Netzzusammenschlüssen mehr oder minder zu Parallelbetriebschwierigkeiten geführt. Zu deren Beseitigung wird es erforderlich, zusätzlich zu den normalen Drehzahlreglern weitere Regelorgane vorzusehen, die dann die Konstanthaltung der Frequenz und die Einhaltung einer geordneten Leistungsverteilung bewerkstelligen.

1. Frequenzreglung.

Der normale Drehzahlregler eines Stromerzeugers ist statisch, d. h. er stellt bei einer Belastungszunahme um λ_b (Abb. 1) nach Durchlaufen einer gedämpften Schwingung eine um φ_b tiefere Frequenz ein. Dieser Teil der Reglung, kurz Hauptreglung genannt, vollzieht auf der Kennlinie AB den Übergang von Punkt F nach Punkt E. Der eigentliche Frequenzregler beseitigt nun die verbliebene Frequenzabweichung φ_b durch Betätigung der Drehzahl-Verstellvorrichtung, wodurch die Kennlinie AB in die Lage CD verschoben und bei der neuen Leistung die ursprüngliche Frequenz wieder erreicht wird. Dieser zweite Regelvorgang, kurz Nachreglung genannt, vollzieht den Übergang von Punkt E nach Punkt G.

Die Haupt- und Nachreglung schließen sich nun in Wirklichkeit nicht erst aneinander an, sondern überdecken sich mehr oder minder. Setzt man für die Nachstellung v, die die Nachreglung am Steuerschieber zu bewirken hat, zunächst die allgemeine Funktion $v = f(t)$ an, so erhält man für den gesamten Regelablauf der Haupt- und Nachreglung die Beziehung:

$$T_a T_s \varphi'' + T_a \varphi' + \frac{\varphi}{\delta} = f(t) \qquad (1)$$

(T_a Anlaufzeit, T_s Schlußzeit, δ Ungleichförmigkeitsgrad, φ Frequenzabweichung)[1].

Aus dieser Gleichung ergibt sich, daß zur Vermeidung einer erzwungenen Schwingung die Funktion $f(t)$ und damit die Nachreglung einen möglichst aperiodischen und pendelfreien Verlauf nehmen sollen. Erreicht wird dies nicht mit konstanter Verstellgeschwindigkeit (infolge vorhandener Zeitverzögerungen und Nachlaufens der Verstellmotoren), sondern dadurch, daß die Nachstellgeschwindigkeit $d\varrho/dt$ mit der Abweichung ϱ vom Sollwert wächst. Bei proportionalem Zusammenhang ergibt sich als Bedingung für die Nachreglung

$$\frac{d\varrho}{dt} = -\frac{1}{T_v}\varrho \quad \text{oder} \quad \varrho = C\,e^{-\frac{1}{T_v}t}. \qquad (2)$$

Darin ist T_v die Verstellzeit der Nachreglung, die bei größter Regelgeschwindigkeit erreicht würde. Die Nachreglungskurve entsprechend Gl. (2) ist in Abb. 1 strichpunktiert eingetragen.

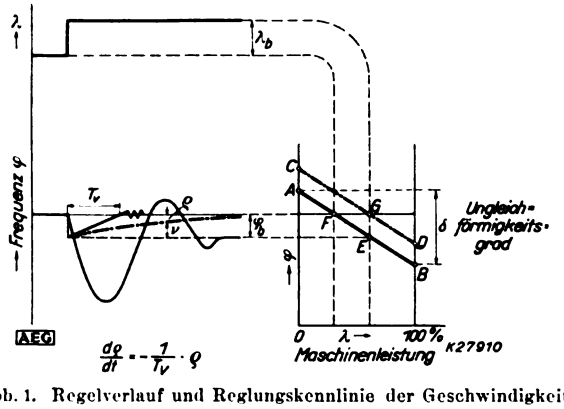


Abb. 1. Regelverlauf und Reglungskennlinie der Geschwindigkeitsreglung (Frequenzreglung).

Eine derartige Nachreglung wird beispielsweise durch den Einbau einer Isodromvorrichtung erzielt, da die Ölbremse in Verbindung mit der Rückführfeder eine Bewegung liefert, die der Gl. (2) entspricht[2]. Rüstet man eine

---

* Auszug aus einem Vortrag, gehalten vor dem Elektrotechnischen Verein in Aachen am 7. XII. 1932.

[1] Tolle, Reglung von Kraftmaschinen, 3. Aufl., S. 784 u. f.

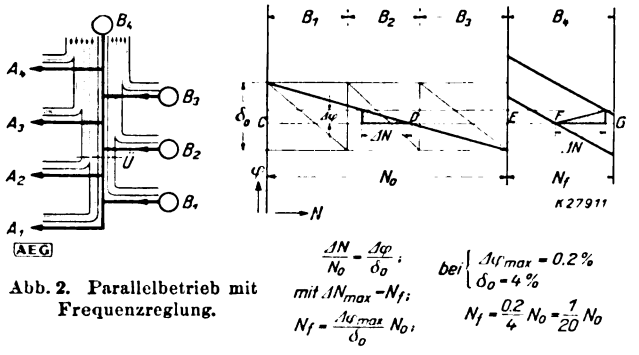
[2] Tolle, Reglung von Kraftmaschinen, 3. Aufl., S. 754 u. 760 (mit T_v an Stelle von T_i); Fr. Gropp, Elektr.-Wirtsch. Bd. 31, S. 130 (1932); W. Fleischer, ETZ 1933, S. 76.

Digitized by Google

Maschine im Netz mit einem derartigen Frequenzregler aus, so wird die Frequenz durch die Nachreglung stets wieder auf ihren alten Wert gebracht.

Die übrigen mit ihren normalen Geschwindigkeitsreglern laufenden Maschinen besitzen damit ebenfalls immer die gleiche Frequenz und geben demgemäß auch immer die gleiche Leistung an das Netz ab, abgesehen von den vorübergehenden bis zur Einreglung des Gleichgewichtszustandes eintretenden Schwankungen.

Die Folge des Einbaues eines Frequenzreglers an einer Maschine ist also, daß diese Maschine sämtliche Leistungsschwankungen des Netzes aufnimmt, daß sie sozusagen im Endergebnis die allein regelnde Maschine wird. Den Netzbetrieb kann man nun so auffassen, als ob ein gerichteter Leistungsfluß vorhanden wäre, in dem Sinne, daß sämtliche Verbraucher direkt von der Frequenzmaschine mit Strom versorgt werden, und daß sämtliche übrigen parallel arbeitenden Maschinen ihre Leistung an die Frequenzmaschine liefern. In Abb. 2 ist links ein vereinfachtes Netzbild dargestellt mit den Abnehmern $A_1 \cdots A_4$ und den parallel arbeitenden Kraftwerken $B_1 \cdots B_4$. Im Kraftwerk B_4 findet die Frequenzreglung statt. Bei U sei eine Übergabestelle vorhanden. Der gerichtete Leistungsfluß von B_4 zu den Verbrauchern hin einerseits und von den Kraftwerken $B_1 \cdots B_3$ nach B_4 hin anderseits ist eingezeichnet.



$$\frac{\Delta N}{N_0} = \frac{\Delta \varphi}{\delta_0}; \quad \text{mit } \Delta N_{max} = N_f; \quad N_f = \frac{\Delta f_{max}}{\delta_0} N_0;$$

$$\text{bei} \begin{cases} \Delta f_{max} = 0.2\,\% \\ \delta_0 = 4\,\% \end{cases} \quad N_f = \frac{0.2}{4} N_0 = \frac{1}{20} N_0$$

Abb. 2. Parallelbetrieb mit Frequenzreglung.

Verfolgt man entsprechend diesem Leistungsfluß die Auswirkungen irgendeiner Belastungsänderung, so erkennt man, daß alle Belastungsänderungen auf der frequenzhaltenden Seite von U die Übergabestelle U nicht beanspruchen, daß dagegen alle Leistungsänderungen der nicht frequenzhaltenden Seite in ihrer vollen Größe die Übergabestelle U treffen. Umgekehrt kann die Übergabeleistung U nur durch ein Kraftwerk beeinflußt werden, das auf der nicht frequenzhaltenden Seite liegt, in dem gezeichneten Falle also nur durch das Kraftwerk B_1.

Die größte Netzleistung N_0, die man mit einer Frequenzmaschine, deren Leistung N_f sei, noch regeln kann, ergibt sich nach Abb. 2 rechts aus der Beziehung

$$N_f = \frac{\Delta \varphi_{max}}{\delta_0} N_0. \tag{3}$$

Setzt man darin als maximal auszuregelnde Frequenzschwankung $\Delta \varphi_{max} = 0{,}2\,\%$ und als durchschnittlichen Ungleichförmigkeitsgrad der Netzmaschinen $\delta_0 = 4\,\%$ ein, so ergibt sich, daß die Netzleistung den 20fachen Betrag der Frequenzmaschinenleistung erreichen darf. Bei größeren Netzen muß man daher mehrere Maschinen gleichzeitig zur Frequenzreglung heranziehen.

Die Isodromvorrichtung ist nun auf Grund ihrer astatischen Regeleigenschaften für einen Parallelbetrieb mehrerer isodromgeregelter Maschinen nicht ohne weiteres geeignet. Durch besondere Maßnahmen, wie z. B. durch Vorsehen besonderer Ausgleichsregler, einer Ölumwälzpumpe an der Ölbremse der Isodromvorrichtung oder durch Führermaschinenreglung[3], gelangt man gegebenenfalls noch zu einer Frequenzreglung mit mehreren Maschinen im gleichen Kraftwerk. Eine Anwendung dieser Verfahren auf weit auseinanderliegende Kraftwerke würde jedoch zu verwickelten und damit wenig betriebsicheren Apparaturen führen.

Man kommt aber zu einer grundsätzlichen Parallelbetriebsmöglichkeit mehrerer Frequenzregler, wenn man für die Nachreglung an Stelle eines astatischen Frequenzreglers einen sog. statischen Integralregler verwendet. Integriert man Gl. (2), so erhält man für die Nachreglung die Beziehung

$$\varrho = R - \frac{1}{T_v} \int \varrho \, dt. \tag{4}$$

[3] E. Friedländer, Regulierung parallel arbeitender Maschinen in frequenzhaltenden Kraftwerken. VDE-Fachberichte 1931, S. 120.

Darin ist R die Abweichung vom Sollwert, die von der Hauptreglung bei einer bestimmten Belastungsänderung eingeregelt wird. Die Nachstellung ν, die durch die Nachreglung bewerkstelligt werden muß, ist nun, wie aus Abb. 3 links oben (es ist nur die Nachreglungskurve dargestellt) hervorgeht, da $\varrho = R - \nu$ ist:

$$\nu = \frac{1}{T_v} \int \varrho \, dt. \tag{5}$$

Diese Gleichung besagt, daß die Nachstellung ν proportional dem Integralwert der Abweichung vom Sollwert ist (schraffierte Fläche in Abb. 3). Nehmen wir der Einfachheit halber eine sehr rasch ablaufende Hauptreglung an, so kann an Stelle von ϱ direkt die Frequenzabweichung φ eingesetzt werden, und jeder Nachstellung ν entspricht eine bestimmte Maschinenleistung N; es ergibt sich also

$$N \sim \frac{1}{T_v} \int \varphi \, dt. \tag{6}$$

Die Maschinenleistung ist also proportional dem Integralwert der Frequenzabweichung. Der Zusammenhang ist damit statisch, und er kann in Form einer Kennlinie dargestellt werden (rechts oben in Abb. 3).

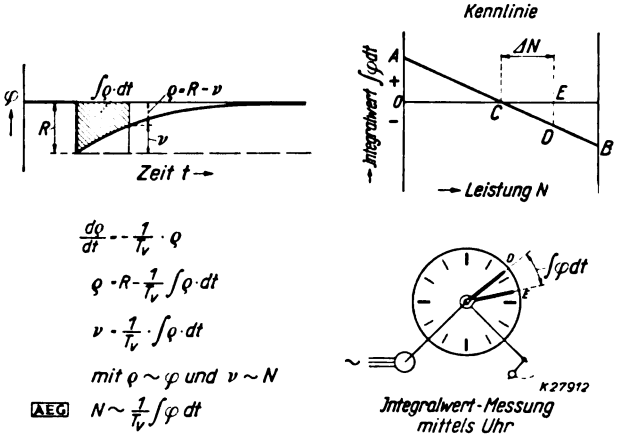


Abb. 3. Frequenzreglung durch statische Integralreglung.

Man hat nun regeltechnisch nichts weiter zu tun, als mit einem Meßinstrument den Integralwert zu erfassen und damit derart zu regeln, daß jedem auflaufenden Integralwert eine bestimmte Maschinenleistung zugeordnet wird. Treibt ein Synchronmotor den Zeiger einer Uhr (Netzuhr) an, so ist der Weg, den der Uhrzeiger zurücklegt, ein Maß für den auflaufenden Integralwert der Frequenz. Zum Vergleich mit einem Sollwert wird ein zweiter Zeiger von einem Normalpendel gesteuert, und der Weg dieses Zeigers gibt ein Maß für den Soll-Integralwert (vgl. Abb. 3).

Solange sich Netzuhrzeiger und astronomischer Uhrzeiger decken, entspricht die Frequenz dem Sollwert. Bei einer Abweichung beider Zeiger muß man, gemäß den obigen Überlegungen, an der Maschine eine Nachstellung vornehmen, die proportional dieser Zeigerabweichung ist. Wenn dann die Maschine eine der Netzlastzunahme entsprechende Mehrleistung ΔN (Abb. 3) liefert, hat man die ursprüngliche Frequenz wieder erreicht. Die beiden Zeiger behalten von nun ab ihren bis dahin erreichten Abstand DE bei, da ja infolge richtiger Frequenz kein weiterer Integralunterschied mehr aufläuft. Bei Entlastung geht der umgekehrte Vorgang vor sich, so daß die Zeiger wieder zur Deckung kommen. An Stelle der Uhrzeiger können natürlich auch andere Vergleichsvorrichtungen, z. B. Differentialgetriebe u. dgl.[4], verwendet werden.

Da in jedem Kraftwerk immer die gleiche Frequenz und somit auch der gleiche Integralwert vorhanden ist, können auf Grund der statischen Eigenschaften mehrere Integralfrequenzregler in beliebigen Kraftwerken genau so zusammenarbeiten, wie man es bisher von den normalen Geschwindigkeitsreglern gewohnt war.

2. Leistungsreglung.

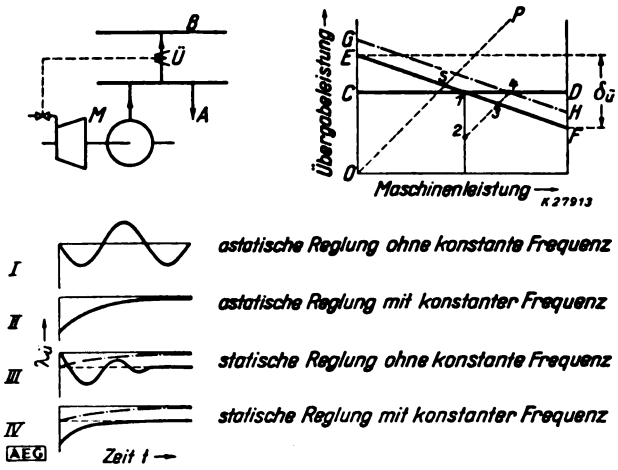
Das grundsätzliche Schaltbild einer Leistungsreglung ist in Abb. 4 links oben dargestellt. Die Maschine M versorgt einen Stromabnehmer A und speist außerdem noch über die Übergabestelle U in das Netz B. Die Maschine M muß nun immer so geregelt werden, daß bei Änderun-

[4] W. Kieser, Elektr.-Wirtsch. Bd. 31, S. 479 (1932).

Digitized by Google

gen der Belastung des Abnehmers *A* die Übergabeleistung *Ü* konstant bleibt.

Gehen wir von einem bestimmten Belastungsfall entsprechend Punkt *1* in Abb. 4 aus und nehmen eine plötzliche Belastungszunahme in *A* an, so ergeben sich folgende Möglichkeiten für die Lastverteilung bzw. Reglung. Wird die Maschine *M* überhaupt nicht geregelt, so wird die gesamte Mehrbelastung des Abnehmers *A* vom Netz *B*



CD Kennlinie der statischen Leistungsreglung
EF Kennlinie der statischen Leistungsreglung mit dem Ungleichförmigkeitsgrad $\delta_{\ddot{u}}$

Abb. 4. Leistungsreglung als Hauptreglung.

gedeckt. Die Übergabeleistung geht um diesen Betrag zurück (von Punkt *1* bis Punkt *2*). Haben wir eine statische Leistungsreglung an der Maschine *M*, so spricht der Leistungsregler auf die entstehende Laständerung an der Übergabestelle an und vergrößert die Maschinenbelastung. Der Regelvorgang vollzieht den Übergang von Punkt *1* nach Punkt *3* der statischen Kennlinie *EF*. Ist schließlich eine astatische Leistungsreglung vorhanden, so wird die Maschinenleistung so lange vergrößert, bis die alte Übergabeleistung wieder erreicht ist (Regelvorgang von Punkt *1* bis Punkt *4*). Zum Lastpunkt *4* gelangt man auch mit der statischen Leistungsreglung, wenn man durch eine zusätzliche astatische Nachreglung die Kennlinie *EF* nach *GH* verlegt (Regelvorgang von Punkt *1* über Punkt *3* nach Punkt *4*).

Der Ablauf des Regelvorganges selbst, sei es nun von Punkt *1* nach Punkt *3* bzw. Punkt *4*, hängt außer von der Art der Reglung (astatisch oder statisch) auch davon ab, ob im Netz *B* eine Frequenzreglung vorhanden ist oder nicht. Bleiben die Maschinen des Netzes *B* ihren normalen Geschwindigkeitsreglern überlassen, so ändert sich mit der Belastung des Netzes auch die Frequenz. Ist dagegen eine Frequenzreglung vorhanden, so bedeutet dies konstante Frequenz bei allen vorkommenden Belastungsverhältnissen.

Für den Fall, daß an der Maschine *M* der Geschwindigkeitsregler stillgesetzt ist und sie nur vom Leistungsregler beeinflußt wird (Leistungsreglung als Hauptreglung), sind in Tafel 1 die Grundgleichungen für die verschiedene Fälle der Leistungsreglung zusammengestellt; ihre Zusammenfassung ergibt für $\lambda_{\ddot{u}}$ folgende Beziehungen:

für Fall *I*
$$\delta_n T_{na} T_s \lambda_{\ddot{u}}'' + \frac{\lambda_{\ddot{u}}}{\delta_{\ddot{u}}} = 0 \qquad (7)$$

für Fall *II*
$$T_s \lambda_{\ddot{u}}' + \frac{\varkappa}{\delta_{\ddot{u}}} \lambda_{\ddot{u}} = 0 \qquad (8)$$

für Fall *III*
$$\delta_n T_{na} T_s \lambda_{\ddot{u}}'' + \delta_n T_{na} \lambda_{\ddot{u}}' + \frac{\lambda_{\ddot{u}}}{\delta_{\ddot{u}}} = f(t) \qquad (9)$$

für Fall *IV*
$$T_s \lambda_{\ddot{u}}' + \left(1 + \frac{\varkappa}{\delta_{\ddot{u}}}\right) \lambda_{\ddot{u}} = \varkappa f(t) \qquad (10)$$

Der durch diese Beziehungen bedingte Regelablauf ist in Abb. 4 für die vier Fälle dargestellt. Man erhält ohne konstante Frequenz und bei astatischer Leistungsreglung, z. B. Kontaktwattmeter ohne Rückführung, eine harmonische Schwingung um die Nullage (Fall *I*), bei der statischen Leistungsreglung dagegen eine gedämpfte Schwingung, die in eine neue Gleichgewichtslage einläuft (Fall *III*). Ist im Netz *B* die Frequenz konstant, so tritt jede Belastungsänderung von *A* zunächst sofort an der Übergabestelle *Ü* in Erscheinung, infolge des gerichteten Leistungsflusses bei Frequenzreglung. Es ergibt sich bei astatischer Reglung ein allmähliches Einlaufen in den Sollwert (Fall *II*) und bei statischer Leistungsreglung ein allmähliches Einlaufen in den neuen Gleichgewichtszustand (Fall *IV*).

Man erkennt also grundsätzlich, daß der Regelvorgang durch eine möglichst gute Konstanthaltung der Frequenz günstig beeinflußt wird, um bei vollkommener Konstanthaltung einen aperiodischen Verlauf zu nehmen.

Da nun auch bei guter Frequenzreglung eine ideale Konstanthaltung nicht zu erreichen ist, sondern immer eine bestimmte Frequenzbandbreite vorhanden sein wird, so ist es weiterhin zweckmäßig, für die Hauptreglung einen statischen Leistungsregler zu verwenden. Wünscht man dabei im Endergebnis dennoch eine möglichst vollkommene Konstanthaltung der Übergabeleistung, so kann man diesen statischen Leistungsregler noch mit einer astatischen Nachreglung ausrüsten (strichpunktierte Linien der Fälle *III* und *IV*).

Die Gesetzmäßigkeiten für die Nachreglung sind dabei dieselben wie bei der Geschwindigkeitsreglung; die Gl. (9) und (10) lassen dies auch erkennen. Man kann daher grundsätzlich die gleichen Regelverfahren benutzen. Besonders günstig liegen die Verhältnisse, wenn zur Nachreglung eine nachgiebige Rückführung verwendet wird, da man dann dieselbe in gleicher Ausführung sowohl für die Geschwindigkeitsnachregelung als auch für die Leistungsnachreglung verwenden kann (Kieser-Regler)[4a].

Die Leistungsreglung als Hauptreglung kommt in der Hauptsache dort in Frage, wo es sich um die Ausreglung

[4a] Wie Fußnote 4.

Tafel 1. Grundgleichungen für Leistungsreglung.

Fal	*I* astat. Regelung verändl. Frq.	*II* astat. Regelung konst. Frq.	*III* stat. Regelung verändl. Frq.	*IV* stat. Regelung konst. Frq.
der Ausschlag η des Leistungsmessers ist proportional der Leistungsabweichung $\lambda_{\ddot{u}}$ vom Sollwert $\lambda_{\ddot{u}} = \frac{\text{Übergabeleistg. } (1\,\dot{U})}{\text{Netzleistung } (B)}$	$\lambda_{\ddot{u}} = -\delta_{\ddot{u}}\,\eta$	$\lambda_{\ddot{u}} = -\delta_{\ddot{u}}\,\eta$	$\lambda_{\ddot{u}} = -\delta_{\ddot{u}}\,\eta$	$\lambda_{\ddot{u}} = -\delta_{\ddot{u}}\,\eta$
die Maschinenbeschleunigung φ' ist proportional der Abweichung der Ventilstellung μ von der Sollage, T_{na} = Netzanlaufzeit, das ist die Zeit, die erforderlich ist, um bei voller Öffnung der Maschine *M* das ganze Netz auf Normaldrehzahl zu bringen	$\varphi' = \frac{\mu}{T_{na}}$	konstante Frequenz	$\varphi' = \frac{\mu}{T_{na}}$	konstante Frequenz
die Abweichung der Übergabeleistung $\lambda_{\ddot{u}}$ ist proportional der Abweichung der Ventilstellung μ, dabei ist $\varkappa = \frac{\text{geregelte Maschinenlstg. } (M)}{\text{Netzleistung } (b)}$		$\lambda_{\ddot{u}} = \varkappa\,\mu$		$\lambda_{\ddot{u}} = \varkappa\,\mu$
die Verstellgeschwindigkeit μ' des Ventils ist proportional der Abweichung σ des Steuerschiebers aus der Mittellage, T_s = Schlußzeit	$\mu' = \frac{\sigma}{T_s}$	$\mu' = \frac{\sigma}{T_s}$	$\mu' = \frac{\sigma}{T_s}$	$\mu' = \frac{\sigma}{T_s}$
Abhängigkeit der Steuerschieberstellung σ von η, μ und ν	$\sigma = \eta$ ohne Rückfg.	$\sigma = \eta$ ohne Rückfg.	$\sigma = \eta - \mu + \nu$	$\sigma = \eta - \mu + \nu$
angenommene Abhängigkeit der Frequenzabweichg. φ von der Übergabeleistung $\lambda_{\ddot{u}}$, mit δ_n = Ungleichf.-Grad der Maschinen des Netzes (*b*)	$\varphi = \delta_n\,\lambda_{\ddot{u}}$	$\varphi = 0$ konstante Frequenz	$\varphi = \delta_n\,\lambda_{\ddot{u}}$	$\varphi = 0$ konstante Frequenz
angenommene beliebige Funktion für die Nachregelung ν	ohne Nachrglg.	ohne Nachrglg.	$\nu = f(t)$	$\nu = f(t)$

Digitized by Google

rascher Lastschwankungen handelt, z. B. in Bergwerks-, Stahlwerksbetrieben u. dgl., und wo Meßstelle und geregelte Maschine im gleichen Kraftwerk sich befinden. Sind diese Voraussetzungen nicht gegeben, so ist die Leistungsreglung als Nachreglung auszubilden. Der normale Geschwindigkeitsregler bleibt in Betrieb, und über den Drehzahlverstellmotor wird durch einen zusätzlichen Leistungsregler die Leistungsverteilung wieder richtiggestellt. Auch hier gilt für die Nachreglung Gl. (2).

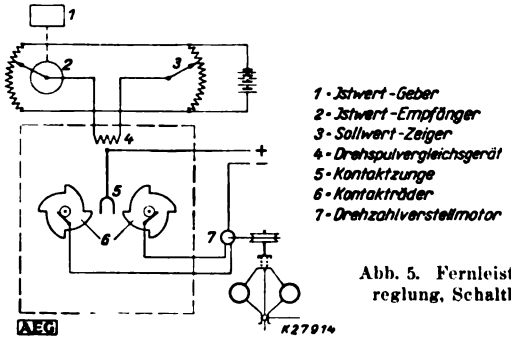


Abb. 5. Fernleistungsreglung, Schaltbild.

Die veränderliche Verstellgeschwindigkeit wird in der Praxis entweder dadurch erreicht, daß man den Drehzahlverstellmotor mit verschiedener Geschwindigkeit laufen läßt, oder dadurch, daß man auf den Drehzahlverstellmotor verschieden lange Einschaltimpulse gibt; zu einer großen Abweichung gehört ein langer Verstellimpuls, zu immer kleiner werdenden Abweichungen immer kürzer werdende Regelimpulse.

Die Ausführungsformen dieser als Nachregler ausgebildeten Leistungsregler sind sehr mannigfaltig und richten sich nach der Aufgabenstellung, den Netzverhältnissen, den vorhandenen Fernmeßsystemen u. dgl. m.; sie sind in der Literatur verschiedentlich schon beschrieben worden[5].

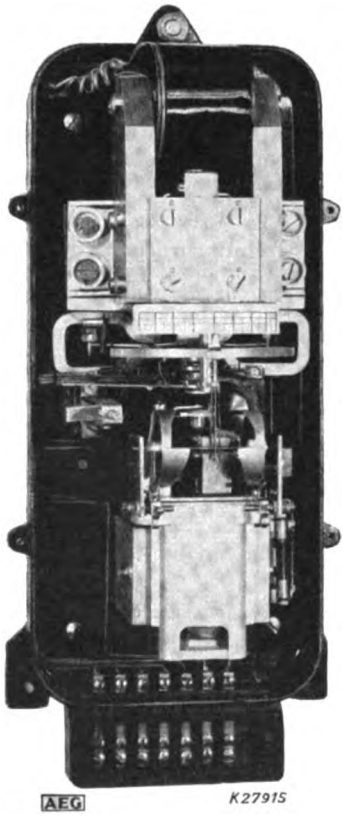


Abb. 6. Fernleistungsreglung, Drehspul-Vergleichsgerät.

Es sei in der Folge lediglich noch auf einen derartigen Leistungsregler hingewiesen, der sich insbesondere an ein Fernmeßsystem anschließt, das im Empfangsgerät einen dem Meßwert proportionalen Gleichstrom liefert. Die grundsätzliche Wirkungsweise sei an Hand der Abb. 5 erläutert. Sowohl der Istwertzeiger *2* als auch der Sollwertzeiger *3* greifen an einem Potentiometer eine entsprechende Spannung ab. Weicht der Istwert vom Sollwert ab, so fließt durch das Drehspul-Vergleichsgerät *4* im einen oder anderen Sinne ein um so größerer Strom, je größer die Abweichung vom Sollwert ist. Die Kontaktzunge *5* kommt zum Ausschlagen. Je nachdem, ob das linke oder rechte rotierende Kontaktrad berührt wird, entstehen Regelimpulse auf höhere oder tiefere Leistung. Die Kontaktgabe ist auch hier infolge der gewählten Zahnform der Räder um so länger, je größer die Abweichung vom Sollwert ist.

Bei der praktischen Verwirklichung werden nun im Drehspulvergleichsgerät direkt die von den Fernmeßgeräten gelieferten Gleichströme verglichen. Die Ausführung des Drehspul-Vergleichsgerätes ist aus Abb. 6 zu erkennen.

[5] K. Schäff, W. Stäblein u. H. Langrehr, VDE-Fachberichte 1931, S. 125 u. f.; E. Buchaly u. K. Leopold, ETZ 1932, S. 665.

Eine wichtige Rolle bei allen Leistungsreglern, die als Nachregler ausgebildet sind, spielt immer die Zeitverzögerung, die bei jedem Steuervorgang vorhanden ist. Gibt man nämlich auf die Drehzahl-Verstellvorrichtung einen Impuls, so kann es u. U. mehrere Sekunden dauern, bis sich eine entsprechende Leistungsänderung am Wattmeter der Maschine zeigt. Die Untersuchung des Einflusses einer Zeitverzögerung auf die astatische Nachreglung ergibt nun, daß zur Erzielung eines stabilen Regelvorganges die Verstellgeschwindigkeit der nachgeschalteten Leistungsreglung so weit herabgesetzt werden muß, daß die Verstellzeit T_v der Nachreglung größer wird als die gesamte Verzögerungszeit, die im Steuervorgang vorhanden ist[6]. Dies kann bei sehr rasch verlaufenden Belastungsänderungen dazu führen, daß die Leistungsreglung nicht mehr nachkommt und wirkungslos bleibt. Um dies zu vermeiden, muß man auch hier zu der sog. statischen Leistungsreglung übergehen, die dann als statische Nachreglung mit nochmaliger astatischer Zusatzreglung ausgebildet wird. Es sind nun eigentlich drei Regler bzw. Regelvorgänge zu unterscheiden:

a) der Geschwindigkeitsregler, der eine bestimmte Leistungsverteilung einstellt,
b) der statische Leistungsregler als Nachregler, der die Leistungsverteilung bis auf einen kleinen Restbetrag richtigstellt,
c) der astatische Zusatzregler, der auch noch die verbliebene Restabweichung vom Sollwert zum Verschwinden bringt.

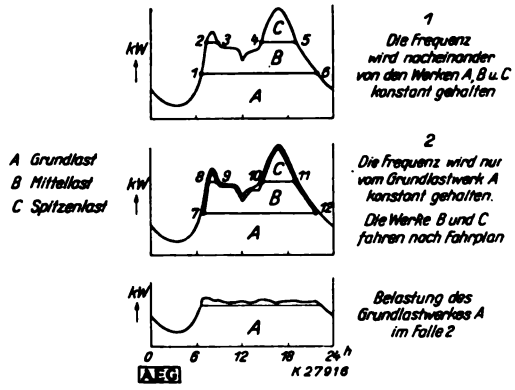


Abb. 7. Parallelbetriebsarten bei Betrieb mit Frequenz- und Leistungsreglung.

Die Aufteilung der Leistungsreglung in eine statische Nachreglung und eine astatische Zusatzreglung hat den Zweck, durch den statischen Teil eine sehr rasche und trotz Zeitverzögerungen pendelfreie Nachreglung zu erzielen, bis auf einen kleinen Restbetrag, der dann erst durch die astatische Zusatzreglung derart langsam (großes T_v) ausgeregelt wird, daß Pendelerscheinungen ebenfalls nicht mehr auftreten. Die praktische Ausführung eines solchen Leistungsreglers und Betriebsergebnisse sind bereits veröffentlicht worden[5 6]. Neuere Betriebsversuche mit dieser statischen Leistungsreglung im Netz der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke haben ihre Brauchbarkeit zur Beherrschung rascher Laständerungen auch beim Bahnbetrieb bestätigt[7].

Für die Betriebsweise, die man mit Frequenz- und Leistungsreglern durchführen kann, gibt es 3 grundsätzliche Verfahren:

1. Der Umschaltbetrieb (Spennemann): Das jeweilige Frequenzwerk übernimmt die gesamten Belastungsänderungen des Netzes, und nach Erreichung der Vollast bzw. des Leerlaufes wird die Frequenzhaltung auf das nächste Werk umgeschaltet (Abb. 7, oben).
2. Der Planbetrieb: Die Frequenzhaltung verbleibt bei einem bestimmten Werk, welches neben einer planmäßigen Last noch den unvorhergesehenen Lastanfall übernimmt. Alle übrigen Werke fahren nach Fahrplan (Abb. 7, Mitte und unten).
3. Der Anteilbetrieb: Jedem Kraftwerk wird ein bestimmter prozentualer Anteil an der Gesamtbelastung zugewiesen; dem Frequenzwerk fällt dabei von selbst der Restanteil zu.

[6] W. Stäblein, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50, S. 513 u. 531 (1932).

[7] Es muß mit Dank festgestellt werden, daß die BEWAG und besonders die Herren Dir. Gropp, Fleischer und Ellrich durch Anregungen und tatkräftige Unterstützung von Versuchen, die Klärung der Frequenz- und Leistungsreglungsfragen wesentlich gefördert haben.

Digitized by Google

Jede dieser Betriebsarten besitzt ihre Vor- und Nachteile, und es hängt von den Verhältnissen im einzelnen ab, welche von ihnen anzuwenden ist.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß jeder Reglerart, die der Frequenz- und Leistungsreglung dient, ein ganz bestimmter Verwendungsbereich zukommt, der sich aus den jeweiligen besonderen Eigenschaften ergibt. Es ist deshalb zweckmäßig, erst nach eingehender Prüfung der einzelnen zu lösenden Aufgaben die hierfür in Frage kommenden Regeleinrichtungen festzulegen. Die augenblicklich weniger durch Ausbau von Kraftwerken und Netzen beanspruchte Zeit bietet hierfür eine günstige Gelegenheit.

Neues Verfahren zur Messung der mittleren Unebenheit von Kochplatten und Topfböden.

Von Prof. Dr.-Ing. E. h. G. Dettmar, Hannover.

Übersicht. Es wird ein Verfahren zur Feststellung der mittleren Größe der Unebenheit von Kochplatten in kaltem Zustande mitgeteilt, zu dessen Durchführung nur sehr einfache und billige Mittel notwendig sind. Da es auch eine große Genauigkeit erreicht, kann es überall in der Praxis angewendet werden. Das gleiche Verfahren eignet sich auch für Kochtopfböden.

In meinem Aufsatz „Die Bedeutung der Ebenheit von Platten und Topfböden für die Wirtschaftlichkeit des Kochens", ETZ 1933. S. 517, habe ich gezeigt, wie man mit Hilfe des dort beschriebenen Prüfgerätes[1] leicht feststellen kann, ob eine Kochplatte oder ein Topfboden noch eben genug ist, um ein wirtschaftliches Kochen[2] zu gewährleisten. Dieses Gerät gestattet zwar, eine etwa vorhandene Unebenheit ihrer Größe nach abzuschätzen; genau messen kann man sie damit aber nicht.

Wenn man sich in der Praxis auch meistens damit begnügen kann, mit dem Prüfgerät festzustellen, ob eine Kochplatte bzw. ein Topfboden noch brauchbar ist, so gibt es doch oft Fälle, in denen die zahlenmäßige Feststellung der mittleren Unebenheit von Bedeutung ist. Dafür steht bis jetzt nur die Meßuhr zur Verfügung, deren Benutzung aber sehr zeitraubend ist. Dazu kommt noch, daß die damit gewonnenen Ergebnisse recht ungenau sein können, wenn man nicht genügend viele Meßpunkte benutzt. Mein Bestreben ging deswegen dahin, ein Verfahren zu finden, mit dem es möglich ist, die mittlere Unebenheit mit tunlichst einfacher Einrichtung und doch genügend genau zahlenmäßig zu erhalten.

Ich ging davon aus, daß es möglich sein muß, mit Hilfe einer zähflüssigen Masse den Zwischenraum, der sich ergibt, wenn eine unebene Platte auf einer absolut ebenen Platte liegt, zu bestimmen, was noch den Vorteil hat, daß ein solches Verfahren bis zu einer gewissen Grenze um so genauer wird, je größer die Unebenheit ist. Da man in der Praxis aber sehr geringe und sehr große Unebenheiten meistens gar nicht zahlenmäßig festzustellen braucht, so würde den gewöhnlichen Bedürfnissen mit einem solchen Verfahren durchaus Rechnung getragen sein. Es kam nun darauf an, diesen Gedanken so durchzuführen, daß möglichst einfache Hilfsmittel genügten. Mit den Arbeiten beauftragte ich Herrn Dipl.-Ing. Oels, dem es gelang, nach mehreren vergeblichen Versuchen die nachstehend beschriebene Methode zu entwickeln.

Auf eine Richtplatte, deren Unebenheit kleiner als $^1/_{1000}$ mm ist und die möglichst waagerecht eingestellt wird, gießt man je nach der geschätzten[3] Unebenheit eine gewisse Menge Paraffinöl und bringt dann darauf die zu untersuchende Kochplatte (bzw. den Topf). Letztere schwimmt zunächst auf der Ölschicht und saugt sich allmählich auf der Richtplatte fest. Dieser Vorgang dauert je nach der Unebenheit einige Minuten, und zwar beträgt die Zeit bei größerer etwa 1 ··· 2 min und bei kleinerer bis 10 min. Die letztere Zeitdauer kann aber dadurch heruntergesetzt werden, daß man die Platte durch Gewichte von etwa 2 · 5 kg beschwert. Ist die Ansaugeperiode beendet, dann liegt die zu messende Platte in 3 Punkten auf der Richtplatte auf, so daß die letztere dann Tangentialebene an die zu untersuchende Kochplatte ist. Das überflüssige Öl fließt seitlich heraus und muß mittels Zellstoffwatte sorgfältig entfernt werden. Sobald das Ausfließen des Öles aufhört, wird die zu untersuchende Kochplatte von der Richtplatte abgenommen, und es wird nun das an beiden Platten noch haftende Öl mit einem vorher abgewogenen Quantum Zellstoffwatte (etwa 5 ··· 15 g) sorgfältig aufgewischt. Aus der Wägung der mit Öl getränkten Zellstoffwatte erhält man dann nach Abzug des Gewichtes der trockenen Watte das Gewicht des Paraffinöles, das sich zwischen den beiden Platten befunden hatte. Dividiert man man dieses durch das spezifische Gewicht des Paraffinöles und die Fläche der untersuchten Platte, so erhält man die mittlere Unebenheit.

Bei einer Kochplatte von 22 cm Dmr. hat sich z. B. folgendes ergeben: Es betrug

das Gewicht der Zellstoffwatte vor dem Versuch 15,00 g
„ „ „ „ mit Paraffinöl 34,08 „
„ „ des Paraffinöles . . . . . 19,08 „

Da das spez. Gewicht des Paraffinöles 0,86 war, ergibt sich der Inhalt des Zwischenraumes zu 19,08 : 0,86 = 22,2 cm³. Die Fläche der Platte betrug 380 cm², so daß sich die mittlere Unebenheit der Platte zu 22,2 : 380 = 0,0584 cm = 0,584 mm berechnet.

Um die Genauigkeit des Verfahrens zu prüfen, wurde nun die Unebenheit bei einer größeren Anzahl von Platten auf diese Weise gemessen und außerdem mit Hilfe der Meßuhr so genau wie möglich ermittelt. Bei der vorstehend beschriebenen Untersuchung der Platte mit 22 cm Dmr. wurde mit Hilfe der Meßuhr durch rd. 100 Meßpunkte eine mittlere Unebenheit von 0,566 mm festgestellt, so daß also die Übereinstimmung eine sehr gute ist.

Es wurde weiter ermittelt, welchen Einfluß die Art des Ansaugens bzw. die Beschleunigung desselben durch Gewichtsbelastung auf das Ergebnis hat. Hierüber wurden mit einer anderen Platte vergleichende Versuche gemacht, und es ergab sich die mittlere Unebenheit wie folgt:

bei unbelasteter Platte . . . . . 0,238 mm
„ Belastung mit 2 · 5 kg . . . . 0,234 „
„ „ „ 3 · 5 „ . . . . 0,234 „
„ „ „ 4 · 5 „ . . . . 0,235 „

Weiter wurden noch Versuche durchgeführt, um die Grenze für die Anwendung dieser „Ölmethode" zu finden. Es ist vorauszusehen, daß bei außerordentlich kleiner Unebenheit der zu untersuchenden Platte die neue Methode ungenaue Resultate ergeben wird.

Infolgedessen wurden Versuche mit einer sehr guten Platte gemacht, deren mittlere Unebenheit zu 0,0089 ± 0,0005 mm festgestellt war. An dieser wurden die drei Punkte ermittelt, an denen sie auf der Richtplatte auflag. Zwischen diese höchsten Punkte der Kochplatte und die Richtplatte wurden nun nacheinander verschiedene Zwischenlagen, deren Dicke genau ermittelt worden war, gelegt. Es ergab sich dann folgendes:

Richtiger Wert mm	Stärke der Zwischenlagen mm	nach der Ölmethode mm	Fehler der Ölmethode %
0,009	—	0,012	+ 33,3
0,040	0,031	0,045	+ 12,5
0,109	0,100	0,109	0
0,317	0,308	0,310	— 2,2
1,01	1,00	0,985	— 1,5
1,53	1,52	1,49	— 2,6

Man ersieht aus diesen Zahlen, daß, wie zu erwarten war, bei sehr guter Ebenheit der Fehler größer ist als bei unebenem Zustand. Zwischen beiden Platten bleibt eine dünne Ölschicht von etwa $^3/_{1000}$ mm Stärke, die sich auch nach langem Warten nicht durchdrückt. Infolgedessen wird bei sehr ebenen Platten nach der Ölmethode eine zu große mittlere Unebenheit gemessen. Würde anderseits die Platte sehr stark uneben sein, dann bekommt man mit Paraffinöl auch keine genauen Ergebnisse mehr, weil das Öl nicht mehr zwischen den Platten bleibt, sondern herausläuft. Die Messung nach der Ölmethode ergäbe dann eine zu kleine mittlere Unebenheit. Dagegen kann man, wenn überhaupt bei einer solchen Platte die Unebenheit noch gemessen werden soll, doch mit der Ölmethode arbeiten, wenn ein zähflüssigeres Öl verwendet wird. Meistens liegt aber kein Interesse vor, bei derartigen Platten überhaupt noch die Größe der Unebenheit zahlenmäßig festzustellen,

[1] Ausführliche Beschreibung siehe auch Elektrowärme 1933. S. 2.
[2] S. a. H. 9 der Mitt. Forschungsinst. Elektrowärmetechn. an der T. H. Hannover 1932. S. 15.
[3] Am besten mit Hilfe des vorstehend erwähnten Prüfgerätes.

Digitized by Google

denn sie haben keine praktische Bedeutung mehr. Aus diesen Versuchen geht hervor, daß die Ölmethode unter Verwendung von Paraffinöl für mittlere Unebenheiten von 0,07 ··· 1,5 mm brauchbar ist. Bei kleineren Unebenheiten könnte man die Genauigkeit durch Verwendung eines dünflüssigeren Öles erhöhen und bei größeren durch Verwendung eines dickflüssigeren.

Bemerkt sei noch, daß diese Methode natürlich nur für Kochplatten und Topfböden in kaltem Zustand verwendbar ist. Für die Messungen im warmen Zustand wird zur Zeit eine Einrichtung im Forschungsinstitut für Elektrowärmetechnik an der Technischen Hochschule Hannover entwickelt, mit der schon brauchbare Ergebnisse erzielt worden sind. Dieses Verfahren und die dazugehörige Meßeinrichtung werden später besonders beschrieben werden.

Bei der praktischen Feststellung einer etwaigen Unebenheit von Kochplatten und Topfböden wird also zweckmäßig so vorgegangen, daß man sich zunächst mit Hilfe des erwähnten Prüfgerätes überzeugt, ob eine Platte bzw. ein Topf ausreichend eben ist. Ergibt sich, daß die Unebenheit erheblich ist, und will man deren Größe zahlenmäßig feststellen, dann kann dies mit Hilfe der vorstehend beschriebenen Ölmethode leicht geschehen. Es gehört dazu nur eine Richtplatte, die man gegebenenfalls von der gleichen Firma[4], die das Prüfgerät liefert, beziehen kann, und zwar mit einer mittleren Unebenheit, die kleiner ist als $^1/_{1000}$ mm. Weiter sind noch eine geringe Menge Paraffinöl und Zellstoffwatte sowie eine Waage notwendig, mit der man Gewichte in der Größenordnung von 5 ··· 50 g mit genügender Genauigkeit feststellen kann. Das sind Hilfsmittel, die so einfach sind, daß sie wohl überall entweder vorhanden sind oder doch mit sehr geringen Kosten beschafft werden können.

Die Messung der mittleren Unebenheit nach vorstehend beschriebener Methode nimmt etwa 15 min in Anspruch, während mit der Meßuhr bei rd. 100 Meßpunkten ungefähr 120 min nötig sind.

[4] Adler AG., Fabrik elektrischer Apparate, Hannover, Oberstr. 2.

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Die Asynchronmaschine im Rahmen der allgemeinen exakten Widerstandstheorie. — Die Widerstands- und die Transformationstheorie lassen sich zu einem Prinzip der komplexen Transformation nützlich verbinden. Die beispielsweise Anwendung auf die Asynchronmaschine soll hier beschrieben werden. Man denke sich den Primärstrom I_1 in die synchrone Leerlaufskomponente I_{1_s} und in die Lastkomponente I'_1 gespalten: $I_1 = I'_1 + I_{1_s}$. Es läßt sich nun nachweisen, daß I'_1 mit dem Sekundärstrom I_2 in der Beziehung

$$I'_1 = I_2 : w\,(1 + \tau_1) \qquad (1)$$

steht. Darin ist w das skalare Windungszahlenverhältnis, und

$$(1 + \tau_1) = (z_{n1} + z_{r1}) : z_{n1} \qquad (2)$$

ist das vektorielle Verhältnis aus der primären synchronen Gesamtimpedanz und aus dem primären Äquivalent der Magnetisierungsimpedanz (ideelle Nebenschlußimpedanz z_{n1}).

Die weitere Untersuchung ergibt, daß die Übersetzung der Spannung gleich der reziproken Übersetzung des Stromes und daß die Übersetzung des Widerstandes gleich dem Quotienten aus der Übersetzung der Spannung und derjenigen des Stromes ist. Der Begriff einer Übersetzung der Leistung fehlte bisher im Schrifttum, er ergibt sich aber ganz natürlich aus der komplexen Transformation. Man bildet die Übersetzung der Leistung, indem man die Übersetzungen des Stromes und der Spannung multipliziert und dabei beachtet, daß die Argumente des Strom- und des Spannungsvektors zu subtrahieren sind. Insgesamt ergeben sich so, wenn noch α_1 als Argument von $(1 + \tau_1)$ eingeführt wird:

$$w^{-1}(1+\tau_1)^{-1}\,e^{-j\alpha_1},\; w\,(1+\tau_1)\,e^{j\alpha_1},\; w^2(1+\tau_1)^2 e^{j2\alpha_1},\; e^{-j2\alpha_1} \qquad (3a \cdots d)$$

als Übersetzung des Stromes [s. Gl. (1)], der Spannung, des Widerstandes und der Leistung.

w und $(1 + \tau_1)$ sind stets miteinander multipliziert und haben stets den gleichen Potenzexponenten. Es ist, als ob eine skalare und eine vektorielle Transformation hintereinander erfolgten. Man kann danach ein Ersatzschaltbild entwerfen, worin ein verlustloser Transformator und ein ihm vorgeschaltetes Widerstandsgebilde in der Schaltung eines Spartransformators vorkommen. In Wirklichkeit vollzieht sich jedoch nur eine einzige komplexe Transformation gemäß dem Produkte der Teilübersetzungen in den Formeln (3). Die so formulierte komplexe Verallgemeinerung des Transformationsprinzips läßt sich übrigens auch noch abwandeln und gewinnt dann weitere Bedeutung. Sie ermöglicht, einige grundsätzliche Unstimmigkeiten in der Theorie zu berichtigen.

Die Übersetzung der Leistung mit dem Einheitsvektor der Formel (3 d) muß sich naturgemäß im Kreisdiagramm äußern. Man erhält für die primäre und für die sekundäre Leistung je ein anderes Koordinatensystem, und zwar sind beide gegeneinander um den Winkel $-2\,\alpha_1$ verschoben. $-2\,\alpha_1$ ist auch der Winkel, um welchen die Verbindungslinie zwischen dem synchronen Leerlaufpunkt und dem Kreismittelpunkt von der Senkrechten zum primären Klemmenspannungsvektor U_1 abweicht. Infolge der Identität der beiden Verschiebungen sollte man entweder beide oder keine berücksichtigen. Bisher kannte man indessen nur ein Achsensystem, weil eben die Transformation der Leistung nach Gl. (3 d) unbekannt war. Die Verschiebung des Kreises um $2\,\alpha_1$ dagegen war ungefähr bekannt, obwohl sie erst durch die Leistungstransformation restlos erklärlich ist. Das beschriebene Prinzip führt zu einer neuen, genauen und einfachen Kreisscheitelgleichung. Ersetzt man in den Gl. (3a ··· d) näherungsweise τ_1 durch den primären Heylandschen Streufaktor σ_1 und demnach α durch 0 °, so hat man den Fall des vereinfachten Heyland-Diagramms, worin die Leistung mit $e^{-j0°} = 1$ übersetzt ist. (F. Pinter, Arch. Elektrotechn. Bd. 27, H. 3, S. 205.)

Meßgeräte und Meßverfahren.

Neue elektrische Wärmemengenzähler. — Bei der Bestimmung der abgegebenen Wärmemenge einer strömenden Flüssigkeit, die mit höherer Temperatur zufließt (Vorlauf) und mit niedrigerer Temperatur zurückfließt (Rücklauf), handelt es sich um die Aufgabe, in jedem Zeitabschnitt das Produkt aus der durchfließenden Flüssigkeitsmenge und der Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf zu ermitteln. W. Geyger beschreibt neue elektrische Wärmemengenzähler, bei denen die Differenz zwischen Vorlauf- und Rücklauftemperatur durch zwei im Vor- und Rücklauf eingebaute Widerstandsthermometer und die durchfließende Flüssigkeitsmenge durch einen Rotationswassermesser (z. B. Flügelrad- oder Woltmann-Messer) oder nach dem Druckdifferenzverfahren mit Drosselgeräten (Blende, Düse oder Venturirohr) und einem Druckdifferenzmesser (z. B. Ringwaage) gemessen wird. Die Wirkung von Temperaturdifferenz und Durchflußmenge wird entweder (bei größeren Temperaturdifferenzen von etwa 20 ··· 80 °) unmittelbar oder (bei sehr kleinen Temperaturdifferenzen von etwa 1 bis 20 °) unter Verwendung einer nach Art der selbsttätig schreibenden Potentiometer aufgebauten, von einem Motor angetriebenen Hilfseinrichtung auf einen spannungsunabhängigen Induktionszähler übertragen, dessen Triebeisen mit einer oder mehreren Differentialschaltungen verbunden sind. Die jeweilige Drehzahl der Zählerscheibe ist dabei der zu integrierenden Meßgröße (Temperaturdifferenz bzw. Temperaturdifferenz × Durchflußmenge) streng verhältnisgleich und von den betriebsmäßigen Spannungschwankungen des als Betriebstromquelle dienenden Wechselstromnetzes praktisch unabhängig.

Die auszuführende Produktbildung erfolgt entweder nach einem Impulsverfahren unter Benutzung einer Kon-

Digitized by Google

taktvorrichtung mit Zeitrelais, die eine besondere Kupplungsanordnung für das Zahlenrollen-Zählwerk betätigt, oder mittels einer aus zwei Differentialschaltungen zusammengesetzten Multiplikationsschaltung (Doppeldifferentialschaltung). Als Widerstandsthermometer können die gebräuchlichen Ausführungsformen, wie sie auch bei Brücken- oder Quotientenmesserschaltungen mit Anzeige- und Schreibgeräten Verwendung finden, ohne weiteres benutzt werden. Bei den „potentiometrischen" Wärmemengenzählern kann, auch bei sehr kleinen Temperaturdifferenzen von etwa 1 ··· 20 °, mit einer Genauigkeit von mindestens ± 2 ··· 3 % gerechnet werden, die für die Praxis vollständig ausreicht. (W. Geyger, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 9, S. 632.)

Fernmeldetechnik.

Gauß-Weber-Feier der Universität Göttingen. Gauß-Weber-Denkmünze des Jahres 1933. — Zum 18. XI. hatten die Georg-August-Universität und die Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen die Lehrer und Studenten der Universität und eine große Anzahl namhafter Gäste zur Erinnerung an die Erfindung des elektromagnetischen Telegraphen zu einer Gauß-Weber-Gedenkfeier eingeladen. Die Erfindung der beiden großen Forscher und Lehrer und deren Bedeutung ist in dem in H. 46 der ETZ, S. 1109, veröffentlichten Aufsatz: „Das hundertjährige Jubiläum der elektrischen Telegraphie" von E. Feyerabend bereits gewürdigt worden.

Der große Hörsaal des Physikalischen Instituts in der Bunsenstraße in Göttingen war überfüllt. Nach der Begrüßung der Versammlung durch den Vorsitzenden der Gesellschaft der Wissenschaften, Prof. Kühn, hielt der ordentl. Prof. der Physik Dr. Robert Pohl den festlichen Vortrag. In einem fesselnden, allgemein verständlichen Kolleg demonstrierte er unter Vorführung der Apparate der Erfinder an Modellen Einrichtung und Wirkungsweise dieses ersten elektromagnetischen Telegraphen und fand in geistvollen Ausblicken den Weg von Galvani, dessen Froschschenkelversuch er in verblüffend deutlicher Form vorführte, über Oersted und Faraday zu Maxwell, Hertz, Marconi und Meißner und von diesen zu den neuesten Forschungsergebnissen, deren Bedeutung er durch sichtbare Vorführung der Wanderung der Elektrizitätsatome (Elektronenwanderung) in Kochsalzkristallen erkennen ließ. Pohl bewies hierbei wieder seine Meisterschaft als Experimentator und Lehrer, der alle technischen Möglichkeiten für die Verdeutlichung seiner Versuche nutzbar zu machen weiß (z. B. geschickte Projizierung der Modelle auf die Weißfläche während des Versuchs). Der auch des Humors nicht entbehrende Vortrag wurde oft von Beifall unterbrochen und belohnt.

Nach dem Festkolleg überbrachte im Auftrage des Herrn Reichspostministers Ministerialdirektor Gieß die Glückwünsche des Reichspostministeriums und wies darauf hin, daß die von Gauß und Weber in die Praxis umgesetzten wissenschaftlichen Erkenntnisse noch heute das Rüstzeug bilden, dessen sich die moderne Fernmeldetechnik in den verschiedensten Formen bedient. Die Deutsche Reichspost als Nutznießerin der Göttinger Erfindung fühle sich den beiden Wegbereitern zu Dank verpflichtet und habe geglaubt, die Tat der beiden Gelehrten durch Herausgabe eines Werkes über die Anfänge der elektrischen Telegraphie ehren zu sollen. Dieses Werk — von Staatssekretär a. D. Dr.-Ing. E. h. E. Feyerabend auf Grund eingehender archivalischer Forschungen in souveräner Beherrschung des Stoffes verfaßt — wurde von Ministerialdirektor Gieß der Universität und der Gesellschaft der Wissenschaften namens des Reichspostministeriums als Festgabe überreicht.

Der Rektor der Universität, Prof. Dr. Friedrich Neumann, beleuchtete in geistvoller Rede die Arbeiten der beiden großen Göttinger in ihrer Auswirkung auf die Lebensgestaltung der Menschen und Völker. Forschung und technische Lebensgestaltung gehören zusammen, und Gauß und Weber standen an den Ursprüngen dieser das Leben fördernden und steigernden Wechselwirkung von Wissenschaft und Leben, „von forschendem Erkennen und schaffendem Bauen". In diesem Sinne verleiht die Georg-August-Universität zu Göttingen zum Gedächtnis an die bedeutsame Tat zweier ihrer größten Forscher und Lehrer einmalig eine Gauß-Weber-Denkmünze des Jahres 1933. Sie will mit dieser Verleihung deutsche Männer ehren, die durch hervorragende Leistungen wissenschaftlicher, technischer und organisatorischer Art das elektrische Nachrichtenwesen besonders gefördert haben. Dies ist der wesentliche Inhalt der Verleihungsurkunde. Nach Verlesung der 116 Namen der durch Verleihung der Gauß-Weber-Denkmünze Ausgezeichneten schloß der Rektor die schöne und würdige Feier zum Gedächtnis zweier großer Deutschen. *H.*

Plastische Musikwiedergabe. — Über das Fehlen der Plastik des Tones bei mechanischer Musikwiedergabe ist schon viel geschrieben worden, und ebenso viele Vorschläge gibt es, welche diese Plastik erzielen wollen. Bekannt ist bei der Schallplatte das Küchenmeister-Verfahren, welches mit Hilfe zweier aufeinander folgender Schalldosen eine Echowirkung hervorruft. Schwierig ist die Erzielung einer Echowirkung beim Rundfunk. Das einfachste, aber leider auch teuerste ist beim Rundfunk das Aussenden und Empfangen über zwei Rundfunksender, deren Mikrophone in demselben Senderaum verschieden aufgestellt sind. Neuerdings benutzen die Rundfunkgesellschaften einen sog. Nachhallraum, womit nachträglich, aber über denselben Sender die Originalsendung mit ihrem Echo versehen und ausgestrahlt wird. Es gibt nun noch eine neue Möglichkeit, bei Rundfunksendungen nachträglich auf der Empfangseite den „Raumton" zu erzielen. Dem neuen Verfahren[1] liegt das von Poulsen und K. Stille entwickelte Prinzip des sprechenden Drahtes zugrunde, mit Hilfe dessen man jede beliebige Zeitdifferenz zwischen Original und Echo erzeugen kann. Der Ton wird bei dem neuen Verfahren auf elektromagnetischem Wege festgehalten. Das Verfahren ist ja hier des öfteren behandelt worden[2], so daß sich eine umfassende Darstellung erübrigt. Ich möchte mich mit der Beschreibung der Ausführung begnügen. In unserem Falle läuft ein endloser Stahldraht in einer Nute um eine schallplattengroße, runde Pertinaxscheibe, welche wie eine Schallplatte auf dem Teller eines Federwerkes oder Elektromotors liegt. Abb. 1 zeigt das

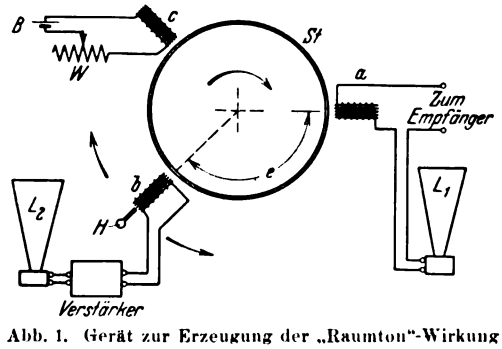


Abb. 1. Gerät zur Erzeugung der „Raumton"-Wirkung beim Rundfunkempfang.

Schaltbild. Parallel dem Lautsprecher L_1 liegt der Aufzeichnungsmagnet *a*, welcher durch Federdruck gegen den Stahldraht gedrückt wird. *b* ist der Abtastmagnet, der mittels des Griffes *H* durch Rechts- oder Linksdrehen verstellt wird, um Zeitdifferenzen nach Wunsch in ziemlich weiten Grenzen zu erzeugen. Um nun den Stahldraht *St* ununterbrochen gebrauchen zu können, wird die Beschriftung nach der Abtastung durch den Magneten *c* wieder gelöscht. Der Magnet *c* steht mit einer kleinen Batterie *B* in Verbindung, deren Strom durch den Widerstand *W* geregelt wird. Diese Einregelung ist sehr kritisch und hat großen Einfluß ouf die Verzerrungsfreiheit[3] der darauffolgenden Weiterbeschriftung. Der Magnet *b* ist an einen zweiten Verstärker angeschlossen mit dem Lautsprecher L_2. Aus diesem ertönt nun die vom Empfänger kommende Musik immer etwas später als aus dem ersten Lautsprecher, so daß die Raumtonwirkung erreicht wird. Natürlich müssen die beiden Lautsprecher getrennt voneinander aufgestellt werden. Die Einstellung des Magneten *b* (mittels *H*) wird für jeden Raum eine andere sein müssen (innerhalb des Bereiches *c*). H. Dillge, Berlin.

Einhaltung der Sendefrequenz. — In dem Luzerner Wellenplan ist außer anderem auch festgesetzt, daß die Sender von den ihnen zugeteilten Wellenlängen nicht mehr als 50 Hz abweichen dürfen. Betrachtet man die monatlichen Berichte der Union Internationale de Radiodiffusion (U.I.R) in Brüssel, welche laufend die europäischen Rundfunksender überwacht, so kann man feststellen, daß die

[1] Konstrukteur: Dipl.-Ing. H. E. Hollmann, Darmstadt.
[2] Vgl. ETZ 1930, S. 449.
[3] Vgl. hierzu Meyer u. Schüller, Z. techn. Physik Bd. 13, S. 593 (1932).

Digitized by Google

deutschen Sender die Frequenz am besten einhalten. Das Telefunken-Laboratorium arbeitet seit Jahren an dem Prinzip der Quarzsteuerung und konnte kürzlich die seither benutzten Anordnungen noch weiter verbessern. An dem bereits mit einer solchen neuen Anordnung ausgerüsteten Wiener Großsender wurde in Brüssel innerhalb mehrerer Monate eine maximale Abweichung von nur 5 Hz, bei einer Sendefrequenz von 580 000 Hz, festgestellt. Dabei ist aber zu bedenken, daß der Unbeständigkeitsgrad der in Brüssel benutzten Hochpräzisions-Meßvorrichtung etwa ± 4 Hz beträgt, so daß praktisch die maximale Abweichung kleiner ist als der festgestellte Wert. Diese kleine Abweichung würde in den uns geläufigeren Längenmaßstab umgerechnet nur 10 mm auf eine Strecke von rd. 1,2 km betragen. Auch die neuen, von Telefunken errichteten deutschen Großrundfunksender werden mit der verbesserten Quarzsteuerung arbeiten. *T. Pd.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Versuche zur elektrostatischen Konzentrierung von Kathodenstrahlen. — Es werden Versuche beschrieben, die zur ersten Unterrichtung über die Brauchbarkeit einiger elektrostatischer Konzentriervorrichtungen für die Strahlbündelung in Kathodenstrahl-Oszillographen angestellt wurden. Die erhaltenen Fluoreszenzschirmbilder (z. T. Oszillogramme) zeigen, daß auch durch geometrisch einfache, rein elektrostatisch wirkende Anordnungen die Sammlung von Kathodenstrahlbündeln in einem Brennfleck möglich ist. Jedoch läßt sich eine Überlegenheit derartiger Verfahren über die bewährte magnetische Sammelspule nicht erkennen. (H. Graupner, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 10, S. 725).

Der schwingende Kristall. — E. Habann ist es gelungen, absolut konstant arbeitende Kristallanordnungen herzustellen, die auch eine genügende Schwingleistung abgeben. Allerdings liegen die Frequenzen zur Zeit nur im Tonbereich. Nach Habann spielt bei der Schwingfähigkeit eines Kristalls das zwischen den Kontaktflächen lagernde Gas eine ausschlaggebende Rolle. Unter dem Einfluß einer elektrischen Feldstärke werden die Gasatome ionisiert, so daß eine Ionenraumladung entsteht, die maßgeblich für die Entstehung des negativen Widerstandes des Kristallsystems ist. Es ist dasjenige Gas am besten geeignet, welches leicht negative Ionen erzeugt. Hierfür kommen vor allem Fluor, Chlor und Sauerstoff in Betracht. Weil aber Luft von außen in die Kontaktfläche eines Kristallsystems durch Diffusion gelangt, ist es vorteilhaft, mit Luft als Gas zu arbeiten und deren Sauerstoff auszunutzen. Anderseits dürfen die Kristalle nicht vom Sauerstoff angegriffen werden. Deshalb ist es gut, Metalloxyde als Kristalle zu wählen. Der Kontakt selbst muß demnach so eingerichtet sein, daß er Gas in sich hineinziehen kann. Anderseits aber dürfen Schwankungen des äußeren Gasdrucks der Atmosphäre keinen Einfluß ausüben. Deshalb ist es vorteilhaft, den Kontaktdruck an der Kontaktfläche so groß zu wählen, daß wohl eine bestimmte Gasmenge an die Kontaktstelle gelangen kann, daß aber Schwankungen des Außendrucks nichts ausmachen.

Habann hat verschiedene Oxyde als Anodenmaterial untersucht und folgende Spannungsreihe aufgestellt, in der die links befindlichen Oxyde am besten geeignet sind:

$$BeO - Mn_2O_3 - ZnO - Cr_2O_3 - CuO - TiO_2 - Fe_2O_3 - Cu_2O - MnO_2 - Ni_2O_3 - PbO_2 - Co_2O_3 \text{ oder } UO_3 \text{ oder } V_2O_5.$$

Die Bildung der Raumladung tritt im übrigen dann am besten auf, wenn die Elektrodenmaterialien katalytische Eigenschaften zeigen, also in feinverteiltem Zustand vorhanden sind. Weiterhin ist nur dann ein schwingender Kristall praktisch brauchbar, wenn er immer die gleiche Schwingintensität und Schwingfrequenz liefert. Das ist aber nur der Fall, wenn man sich nicht nur auf ein einziges Kristallsystem verläßt, sondern mehrere solcher Systeme zusammenschaltet, z. B. indem man die zwei als Anoden in Betracht kommenden Kristalle pulverisiert, innig miteinander mischt und dann unter kräftigem Druck zusammenpreßt. Die Ausbildung des Systems als negativer Widerstand entsteht erst, wenn man an das Pulver eine bestimmte elektrische Spannung legt und die Stromstärke durch einen Vorschaltwiderstand auf einen bestimmten Wert einstellt.

In Abb. 2 bedeutet *1* zwei starke Stahlstempel mit zwei Stempelvorsprüngen *2*. *3* ist ein Galalithring, in dessen Öffnung das Kristallpulver bis zu etwa 1 mm Höhe eingeschüttet wird. Dann wird der obere Stempel eingesetzt und durch eine Schraube *4* fest auf den unteren Stempel gepreßt. Der Druck beträgt viele Atmosphären. Die ganze Anordnung hat die Form einer Starkstromsicherung und läßt sich infolgedessen leicht in Sicherungsfassungen einsetzen.

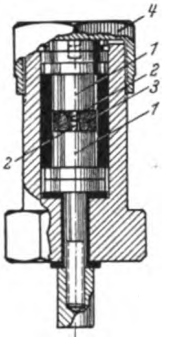


Abb. 2. Schnitt durch die Kristallpatrone.

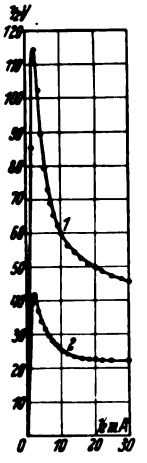


Abb. 3. Kennlinien für Manganoxyd und schwarzes Uranoxyd.

Abb. 3 zeigt die Kennlinie für Manganoxyd und schwarzes Uranoxyd bei ziemlich großem Preßdruck (Kurve *1*; Kurve *2* gilt für noch größeren Preßdruck). Im wesentlichen ist die Schwingfrequenz des Kristalls außer durch die Daten des Schwingungskreises durch die Batteriespannung bestimmt, welche zusammen mit der Temperatur für die erzielbare Schwingkreisintensität maßgebend ist. (E. Habann, Physik. Z. Bd. 33, S. 615.) *F. N.*

Hochspannungstechnik.

Zur Bestimmung der Überschlag- und Durchschlagspannung von Isolatoren. — In einer Bekanntmachung des Ausschusses für den elektrischen Sicherheitsgrad des VDE[1] waren bereits einige ergänzende Bemerkungen zu den §§ 5, 6 und 7 der „Leitsätze für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an" veröffentlicht und auf eine eingehende Behandlung der betreffenden Fragen durch W. Weicker verwiesen worden. Dies ist inzwischen in einem Aufsatze „Zur Bestimmung der Überschlag- und Durchschlagspannung von Isolatoren" in Heft 64/65 der Mitt. Hermsdorf-Schomburg-Isol. geschehen, wobei u. a. näher auf den großen Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Überschlagspannung von Hochspannungsisolatoren eingegangen ist und die für die Berücksichtigung dieses Einflusses nötigen zahlenmäßigen Unterlagen zusammengestellt sind.

Den Hauptteil der Arbeit bildet eine grundsätzliche Betrachtung über die praktische Verwendung der Kugelfunkenstrecke zu Spannungsmessungen, u. zw. von dem Gesichtspunkt aus, ob und in welchem Falle eine Umrechnung der mit Hilfe der VDE-Eichtabellen[2] gemessenen Spannungswerte auf die bei dem betreffenden Versuch vorhandenen jeweiligen Luftverhältnisse erforderlich ist. Wie im einzelnen nachgewiesen wird, kommt es dabei darauf an, ob der Überschlag bzw. Durchschlag in gleicher Weise von den atmosphärischen Verhältnissen, also von Temperatur, Luftdruck und Luftfeuchtigkeit beeinflußt wird wie die Meßkugelfunkenstrecke selbst, sowie weiter darauf, ob man, wie dies meist der Fall sein wird, die gesuchten Überschlagwerte auf die gleichen normalen Luftverhältnisse beziehen will, für welche die Eichtabellen der Kugelfunkenstrecke gelten.

Da bei Durchschlag versuchen unter Öl kein Einfluß der äußeren Luftverhältnisse besteht, so ist hier, entgegen der üblichen Anschauung, noch eine Umrechnung der mit Kugelfunkenstrecke gemessenen Spannungswerte (also der Eichtabellenwerte) auf die jeweiligen Luftverhältnisse erforderlich.

Bei Überschlag versuchen dagegen wird im allgemeinen die Höhe der Überschlagspannung eines Isolators nicht nur wie bei der Kugelfunkenstrecke von Temperatur und Luftdruck, sondern auch von der absoluten Luftfeuchtigkeit beeinflußt. Für genauere Messungen ist daher auch noch deren Berücksichtigung erforderlich,

[1] ETZ 1932, S. 445.
[2] VDE 0430 (früher VDE 365) Sonderdruck. — Vgl. auch den Entwurf der „Regeln für das Messen von Spannungen in Röntgenanlagen mit der Kugelfunkenstrecke", ETZ 1932, S. 1211.

Digitized by Google

worauf bei den obenerwähnten Ergänzungen der VDE-Leitsätze (VDE 0446, früher VDE 446) jetzt auch besonders hingewiesen ist.

Um jeden Irrtum bei Anwendung der Meßfunkenstrecke auszuschließen, werden in der hier besprochenen Arbeit für jeden einzelnen Fall (u. a. auch bei Benutzung der Spitzenfunkenstrecke sowie für die Bestimmung der Regenüberschlagspannung eines Isolators) genaue Hinweise für etwaige Umrechnung der Eichtabellenwerte gegeben. (W. Weicker, Mitt. Hermsdorf-Schomburg-Isol. 1932, S. 2045.) *kz.*

Ventilgleichrichteranlagen für sehr hohe Gleichspannungen. — Die Höhe der in Gleichrichteranlagen erzeugten Gleichspannung ist nach oben hin begrenzt durch die Sperrspannung der zur Gleichrichtung benutzten Geräte. Bei Glühkathodenventilen beträgt die maximal erreichbare Sperrspannung 400 kV. Es ist möglich, mit solchen Ventilen Gleichspannungen bis zu maximal 200 kV herzustellen. Will man höhere Spannungen gleichrichten, was für die Zwecke der Hochspannungs-Meßtechnik und die Prüftechnik wünschenswert erscheint, so muß man mehrere Ventile in Reihe schalten. Bei den bisherigen Ventilreihenschaltungen mußte durch parallel zur Ventilkette liegende Spannungsteiler (Kondensatoren oder Widerstände) eine regelmäßige Aufteilung der Spannungsbeanspruchung auf die einzelnen Ventile bewirkt werden. Diese Maßnahme läßt sich vermeiden, wenn man die Ventile nicht an einer Stelle außerhalb der Transformatorwicklung konzentriert, sondern die Wicklung in Windungsgruppen einteilt, die miteinander durch Glühventile oder sonstige Gleichrichter verbunden sind; es wechseln dann spannungerzeugende Elemente mit Gleichrichterelementen ab. Die regelmäßige Aufteilung der Spannung auf die einzelnen Ventile ist also damit zwangsläufig gegeben. (H. Boekels, Arch. Elektrotechn. Bd. 27, H. 2, S. 128.)

Verschiedenes.

Die graphische Berechnung von Kanälen und Wasserleitungen. — Sfondrini weist darauf hin, daß man bisher allgemein die Formeln von Ganguillet und Kutter für die Berechnung von Kanälen für große, diejenige von Bazin für kleine Durchflußmengen und die von Darcy für Druckleitungen verwendete. In neuerer Zeit hat man auch für Rohrleitungen die Kanalformeln und besonders die Formel von Bazin

$$V = \frac{87}{I + \gamma/\sqrt{R}} \sqrt{R_i}$$

verwendet. Der Verfasser hat auf Grund dieser Formel Diagramme aufgestellt, in denen den einzelnen Werten von V (Geschwindigkeit), γ (Rauheitszahl), R (mittlerer Strahl, der sich für kreisförmige Kanäle in $D/4$ verwandelt) und i (Gefällverlust in ‰) Rechnung getragen ist, und die jede Art von Wasserführung, sei es in Druckleitungen oder in Kanälen mit freiem Wasserspiegel, mit hinreichender Genauigkeit zu ermitteln gestattet. In einer Tafel sind für die verschiedensten Wandbeschaffenheiten die Rauheitskoeffizienten aufgestellt. Eine Anzahl von Beispielen zeigt die Anwendung der Diagramme. (G. Sfondrini, Energia elettr. Bd. 8, S. 575.) *Rtz.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Ausstellung „Deutsches Volk — Deutsche Arbeit" im Werden, Berlin. — In der Zeit vom 17. III. bis 1. V. 1934 wird in sämtlichen Ausstellungshallen am Kaiserdamm die große Ausstellung „Deutsches Volk — Deutsche Arbeit" stattfinden, die man schon jetzt nach dem Stand der Vorbereitungen als die inhaltlich umfassendste Schau der Nachkriegszeit bezeichnen kann. Das Fundament dieser Ausstellung ruht auf zwei Pfeilern, sie verbindet den Gedanken einer Naturgeschichte des deutschen Volkes, in Form einer großen rassenhygienischen Ausstellung, mit einer Leistungsschau deutscher Arbeit. —

„Die Kamera", Ausstellung für Photographie, Druck und Reproduktion. — In dieser vom 4. bis 19. XI. d. J. veranstalteten Ausstellung wurde ein mit der Elektrotechnik in vielfacher Hinsicht verwandtes Gebiet gezeigt. Die große Empfangshalle mit Großphotos zur Geschichte der NSDAP in bisher nicht gezeigten Ausmaßen als Wandgemälde kam durch indirekte elektrische Beleuchtung mit vorzüglicher Lichtverteilung zu vollster Wirkung. In gleicher Weise gab das elektrische Licht dem Gedenksaal gefallener SA-Leute die weihevolle Stimmung. In der Gruppe: Photographie als Helferin wissenschaftlicher Forschung war auf die Mitarbeit in der Metallographie bei mikrophotographischen Aufnahmen von Metallen hingewiesen. Eine Zeitdehner-Einrichtung der AEG mit einer wählbaren Aufnahmefrequenz von 16 ··· 60 000 Bildern/s ermöglicht die technische Durchforschung von Vorgängen, z. B. bei durchbrennenden Sicherungen, Schweißarbeiten, elektrischen Überschlägen usw., zur Weiterentwicklung von Maschinen und Geräten. Für Heim- und

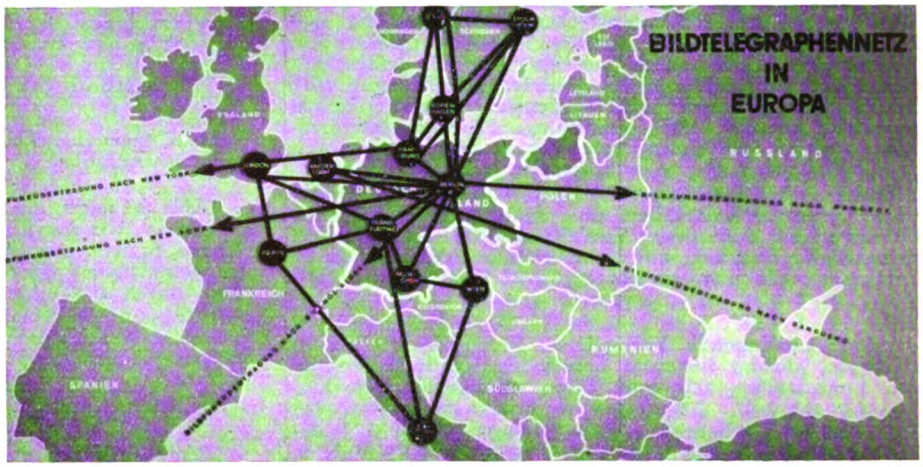


Abb. 4.

Atelieraufnahmen ist zu den Osram-Nitrophot-Lampen mit 200 W, 6000 Lumen und 500 W, 11 000 Lumen zur Erzielung besonders kurzer Belichtungszeiten die Type N 500 W, 16 000 Lumen als eine zwar kurzlebige aber sehr leistungstarke Lichtquelle hinzugetreten. Für Blitzlicht-Aufnahmen besteht der Osram-Vakublitz, ein in einem Glühlampenkolben abbrennbares Blitzlicht, das durch jede Schwach- oder Starkstromquelle zur Entzündung gebracht werden kann. Photogrüne Osram-Dunkelkammerlampen wurden für die neuesten, auch auf rotes Licht empfindlichen Platten und Filme entwickelt. Bei diesen Lampen wird das Licht durch den gefärbten Glaskolben und durch eine auf dem Glaskolben angebrachte grüne Lackschicht gefiltert. Für Aufnahmen bis zu $^1/_{25}$ s Belichtungsdauer liefert K. Weinert, Berlin, den Spiegel-Photostrahler „Superphot" mit Spezialphotolampe 200/450 W. Beim Einschalten mit Widerstandslampe ist genügende Helligkeit für die Bildeinstellung, beim Weiterschalten wird der Lichtstrom auf etwa 17 000 Lumen verstärkt. Eine noch stärkere Wirkung wird mit dem Duplex-Superphotstrahler, einer Kombination zweier Spiegelstrahler mit einem Umschaltgerät, erreicht. Der Lichtstrom steigt bei Parallelschaltung auf 34 000 Lumen.

Neuzeitliche Belichtungsmesser zur Feststellung der Belichtungszeit bedürfen keiner zusätzlichen Hilfstromquelle mehr und sind dadurch jederzeit gebrauchsbereit. Die Skala der Instrumente ist direkt in Belichtungszeiten geeicht. Der photoelektrische Belichtungsmesser „Ombrux"[1] zeichnet sich durch besonderen Aufbau der Photozelle aus, auf die das Außenlicht durch eine Linse und Lappenblende fällt.

Als neuer vollselbsttätiger elektrischer Belichtungsmesser wurde auch der „Metrophot" gezeigt. Bei Belichtung einer Sperrschichtzelle durch eine vorgelagerte verstellbare Meßblende entsteht ein elektrischer Strom, dessen Stärke mit Galvanoskop gemessen wird. Der Zeigerausschlag ist auf Belichtungszeiten geeicht. Das Instrument hat einen Bereich von $^1/_{200}$ ··· 8 s. Die Regelung der Belichtung nach der Zeit kann zu Fehlarbeiten führen, da die Lichtstärke infolge der Spannungschwankungen während der Belichtung nicht konstant bleibt und das lichtempfindliche Material sehr genau auf die Unterschiede

[1] ETZ 1933, S. 1075.

Digitized by Google

in der Lichtstärke reagiert. Der neue Belcolor-Visomat regelt daher die Belichtung besser nach der Lichtmenge, die tatsächlich insgesamt während einer Belichtung auf das lichtempfindliche Material aufgestrahlt wird. An einer Photozelle mit verschiebbarer Grauskala werden die zum Belichten gewünschten Belichtungsmengen eingestellt und die Belichtungszeit wird selbsttätig nach der Lichtstärke verkürzt oder verlängert. Die Einrichtung ist durch Kabel mit dem eigentlichen Schaltgerät der Kamera verbunden.

Siemens & Halske zeigten ihren selbsttätigen Vervielfältiger, der originaltreue Reproduktionen liefert. Eine Neuheit war das Seo-Photo-Verfahren (Siemens-Elektro-Oxydation), in dem Aluminium auf elektrischem Wege mit einer gegen Korrosion schützenden Schicht überzogen wird, die auch Träger für lichtempfindliche Stoffe sein und damit die gebräuchlichen organischen Kolloide ersetzen kann. So können auf die Oxydschicht Schilder, Skalen, Karten, Pläne usw. aufgetragen werden. Der Schichtgriffel (E. Zwietusch & Co.) gestattet ein elektrisches Beschriften in die Gelatineschicht photographischer Platten, in den Ätzgrund beim Signieren von Metallteilen, Apparaten usw. Der Griffel wird über einen einfachen Klingeltransformator an das Wechselstromnetz angeschlossen und die Schreibspitze aus Berylliumbronze nimmt nach dem Einschalten des Stromes sehr rasch die zum Schmelzen der Schicht erforderliche Temperatur an.

Die Deutsche Reichspost zeigte eins ihrer Bildtelegraphengeräte, das an das weitverzweigte europäische Bildtelegraphennetz (Abb. 4) angeschlossen war, so daß jeder Ausstellungsbesucher in der Lage war, selbst ein Bild zur Beförderung aufzugeben, um die Übertragung zu beobachten. Es können auch Zeichnungen übertragen werden. Das Gerät der Reichspost arbeitet nach dem System Siemens-Telefunken-Karolus, das als besonderes Kennzeichen eine Photozelle im Sender und eine Kerr-Zelle im Empfänger verwendet. A. Przygode.

Energiewirtschaft.

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]. — Im August 1933 haben die 122 Elektrizitätswerke 147,4 Mill kWh (14 %) mehr erzeugt als im Vormonat, was arbeitstäglich eine Zunahme um 3,9 Mill kWh (fast 10 %) bedeutet. Der Vergleich mit dem August 1932 ergibt insgesamt eine Steigerung um 139,7 und je Arbeitstag um 5,1 Mill kWh (beiderseits 13 %). Der Verbrauch der von den 103 Werken belieferten gewerblichen Abnehmer ist im Juli gegenüber dem Vormonat um 16,2 Mill kWh (fast 4 %) gewachsen, war jedoch arbeitstäglich um 0,1 Mill kWh schwächer. Verglichen mit dem Parallelmonat des Vorjahres, weist er eine Erhöhung um 52,7 Mill kWh (14 %) bzw. 2,0 Mill kWh (13,5 %) auf.

Monat	Von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer					
	insgesamt		arbeitstäglich		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch insgesamt Mill kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1933	1932	1933	1932	1933	1932	1933	1932	1933	1932
I.	1264,9	1137,8	48,6	45,5	421,1	389,5	16,2	15,6	3,39	3,29
II.	1086,2	1079,6	45,3	43,2	385,7	387,4	16,1	15,5	3,36	3,26
III.	1145,1	1058,5	42,4	42,3	408,0	385,6	15,1	15,4	3,16	3,25
IV.	1043,5	1012,7	45,4	38,9	397,0	388,8	17,3	15,0	3,63	3,14
V.	1097,6	976,8	42,2	40,7	423,5	381,4	16,3	15,9	3,42	3,33
VI.	1031,1	954,7	41,2	36,7	421,7	387,8	16,9	14,9	3,54	3,13
VII.	1049,5	962,9	40,4	37,0	437,9	385,2	16,8	14,8	3,52	3,11
VIII.	1196,9	1057,2	44,3	39,2	.	402,7	.	14,9	.	3,13

fm.

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 69, 1104.

AUS LETZTER ZEIT.

500 000 Volksempfänger. — Die deutsche Funkindustrie hat beschlossen, vom Volksempfänger VE 301 das 5. Hunderttausend aufzulegen. Das 500 000. Gerät soll dem Kanzler Adolf Hitler als Ehrengabe überreicht werden. Der 500 001. Volksempfänger wird dem Führer der deutschen Arbeitsfront, Dr. Ley, für das erste „Haus der deutschen Arbeit", das der Freizeit des deutschen Arbeiters gewidmet ist, übergeben werden.

Erhöhter Stromabsatz der Reichselektrowerke. — Im Zusammenhang mit der Durchführung eines ausgedehnten Arbeitsbeschaffungsprogramms ist die Zahl der Belegschaft zur Zeit gegenüber dem gleichen Zeitpunkt des Vorjahres von 3030 auf 4370 gestiegen.

Fabrik für elektrische Apparate und Glühlampen in Ägypten. — Laut I und H betreffen die Nachrichten von der Errichtung einer ägyptischen Glühlampenfabrik die bereits 1930 gegründete Société d'Industrie Electrique d'Egypte, die in Alexandrien die Produktion aufgenommen hat. Zunächst wurden unter der Marke „Isolith" Isolierrohre hergestellt. Die Fabrikation wurde danach auf andere elektrotechnische Gegenstände, wie Unterbrecher, elektrische Klingelanlagen usw. ausgedehnt, so daß sie heute 43 verschiedene Artikel umfaßt. Im März dieses Jahres wurde der Fabrik in Alexandrien eine Spezialabteilung angegliedert, die die Herstellung elektrischer Glühbirnen unter der Marke „Solar" betreibt.

Gründung der Faradit Rohr- und Walzwerke AG. — Die ao. Generalversammlung der Faradit-Isolierrohrwerke Max Haas, Reichenhain b. Chemnitz, genehmigte den mit einem Verlust von 4710 RM abschließenden ¾-Jahresabschluß und stimmte dem Plan zur Gründung einer Auffanggesellschaft für das in Liquidation befindliche Unternehmen zu. Mit einem Kapital von 450 000 RM wird die Faradit Rohr- und Walzwerke AG. mit dem Sitz in Chemnitz gegründet, in die von der liquidierenden Gesellschaft die neue Fabrik mit dem noch vorhandenen Zubehör eingebracht wird. Die Auffanggesellschaft übernimmt die Passiven des in Liquidation befindlichen Unternehmens.

Glühlampenfabrikation in Estland. — Wie in zahlreichen anderen Ländern im Zuge der Bestrebungen zu industrieller Selbstversorgung Glühlampenfabriken errichtet werden, so plant jetzt auch Estland den Bau einer Glühlampenfabrik. Hierfür ist allerdings eine Erhöhung des Zolles Voraussetzung. Auch auf dem estländischen Markt macht sich die japanische Glühlampe stark bemerkbar. Obwohl für japanische Waren der Maximalzoll zur Anwendung kommt, werden die Glühlampen um 20 % billiger verkauft als deutsche und holländische Lampen.

Verein Beratender Ingenieure. — Nachdem sich vor einiger Zeit die größten Gruppen der freien technischen Berufe zwecks gemeinsamer Vertretung ihrer gleichen Interessen in einer Arbeitsgemeinschaft zusammengeschlossen haben, wurde nunmehr auch die Einordnung der in ihren Bestrebungen gleichgerichteten Gruppen der freiberuflichen Ingenieure — VBI, BDCI, VPI — in eine „Reichsvereinigung freiberuflicher Ingenieure" innerhalb der genannten Arbeitsgemeinschaft vollzogen. — Mit dieser Einordnung ist ein weiterer wesentlicher Schritt zu dem erforderlichen Zusammenschluß der freien technischen Berufe durchgeführt.

Besichtigung der AEG-Lehrwerkstätten in Berlin. — Am 5. XII. veranstaltete die AEG für die Presse eine Besichtigung ihrer Lehrwerkstätten in Reinickendorf. Wie andere Großfirmen, so ging auch die AEG schon vor dem Kriege dazu über, die Ausbildung ihrer Lehrlinge in besondere Werkstätten zu verlegen und die handwerkliche Ausbildung durch theoretischen Unterricht in einer Werkschule zu ergänzen. Heute bestehen AEG-Lehrwerkstätten außer der oben erwähnten noch im Kabelwerk Oberspree und in der Lokomotivfabrik. Die Einstellung der etwa 14jährigen Lehrlinge erfolgt nach den Schulzeugnissen, die allerdings durch eine psychotechnische Eignungsprüfung in der Fabrik ergänzt werden müssen. Die Facharbeiterausbildung zum Maschinenschlosser, Werkzeugmacher, Elektroinstallateur usw. umfaßt 4 Jahre bis zur Gesellenprüfung. Die Lehrlinge, die hohen Anforderungen nicht entsprechen, werden in bis zu 2jähriger Lehrzeit zu angelernten Arbeitern ausgebildet (Schweißer, Fräser usw.). Die Ausbildung der Lehrlinge erfolgt unter der Leitung erfahrener und pädagogisch befähigter Meister, und zwar in Reinickendorf in den 600 m² umfassenden Räumen der Lehrwerkstätten, die mit sämtlichen Maschinengattungen vorzüglich ausgestattet sind. Zeichensäle, Schulräume, ein großer Sportplatz, Garderoben und Bad ergänzen die Einrichtungen.

Auch die Hochschul- und Mittelschulpraktikanten erhalten einen Teil ihrer Ausbildung in der Lehrwerkstatt. Eine weitere Ausbildungsgruppe sind die Ingenieur-Dienst-Praktikanten der „Ingenieurhilfe", Jungingenieure, die nach dem Verlassen der Schule noch keine Stellung gefunden haben und hier gegen eine monatliche Auslagenvergütung von 60 RM sich in ein Arbeitsgebiet einarbeiten können. Schließlich sind auch eine ganze Reihe erwerbsloser Facharbeiter in einem besonderen Kursus tätig, der ihnen die Erhaltung und Erweiterung ihres Könnens ermöglicht. Über 90 % der ausgebildeten Lehrlinge werden von den Fabriken der AEG übernommen. Zur Zeit befinden sich bei der Firma rd. 850 Lehrlinge und Praktikanten aller Art in der Ausbildung.

Digitized by Google

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur ordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 19. Dezember 1933, 8 Uhr abends, in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Prof. Küpfmüller (Danzig) über das Thema:

„Das Geheimhaltungsproblem der Telephonie".

Inhaltsangabe:

I. Die Aufgabe und die praktischen Anforderungen.
II. Welche Verfahren der Geheimtelephonie sind möglich?
  1. Künstliche Verzerrungen.
  2. Künstliche Geräuschstörungen.
  3. Störung der Frequenzfolge.
  4. Störung der Zeitfolge.
  5. Übertragung auf Mehrfachwegen.
III. Anwendungsmöglichkeiten und praktische Aussichten.

Mit einigen Experimentalvorführungen.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können gegen Vorzeigung der Dauer-Gastkarte oder nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten können in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle gelöst werden.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie" in Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Vorsitzende:
Dr. Bücher.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33. Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631. Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommissionen für Errichtungsvorschriften I und II.

Schlußentwurf.

VDE 0170/1933

Vorschriften für die Ausführung schlagwettergeschützter elektrischer Maschinen, Transformatoren und Geräte V.S.S.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.
§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.
II. Ausführung.
§ 3. Allgemeines.
§ 4. Anwendung von Kapselungen.
§ 5. Druckfeste Kapselung.
§ 6. Plattenschutzkapselung.
§ 7. Ölkapselung.
§ 8. Erhöhte Sicherheit.
§ 9. Schutz unisolierter Teile.
§ 10. Schraubkontakte.
§ 11. Verriegelungen.
§ 12. Leitungsanschlüsse.
§ 13. Kurzschlußläufermotoren.
§ 14. Widerstandselemente.
§ 15. Flüssigkeitsanlasser.
§ 16. Trennschalter.
§ 17. Ferngesteuerte Maschinen und Geräte.
§ 18. Wechselstrom-Hubmagnete.
§ 19. Steckvorrichtungen.
§ 20. Schmelzsicherungen.
§ 21. Akkumulatoren.
§ 22. Leuchten.
§ 23. Glühlampenfassungen.
§ 24. Meßgeräte.
§ 25. Wandler.
§ 26. Sonderausführungen.
III. Kennzeichen.
§ 27.

Bekanntmachung.

Kommissionen für Errichtungsvorschriften I und II.

In ETZ 1933, S. 686 u. ff., war ein Entwurf 1 zu einer Neufassung der „Vorschriften für die Ausführung schlagwettergeschützter elektrischer Maschinen, Transformatoren und Geräte V.S.S." veröffentlicht.

Die zu diesem Entwurf eingesandten Einwände und Änderungsanträge sind durch den zuständigen Sonderausschuß „Schlagwetterschutz" des Bergwerkskomitees beraten worden. Das Ergebnis dieser Beratungen ist in dem nachstehend veröffentlichten Schlußentwurf zu

VDE 0170/1933

„Vorschriften für die Ausführung schlagwettergeschützter elektrischer Maschinen, Transformatoren und Geräte V.S.S."

niedergelegt.

Der mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestattete Ausschuß hat in seiner am 11. Juli 1933 in Wiesbaden abgehaltenen Sitzung den Vorstand ermächtigt, die Neufassung der V.S.S. zu verabschieden.

Der Vorstand hat daher diesen Schlußentwurf angenommen und mit dem 1. Januar 1934 in Kraft gesetzt.

Mit dem gleichen Tage wird die bisherige Fassung von VDE 0170/1929 außer Kraft gesetzt.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften gelten für Maschinen, Transformatoren und Geräte, deren Herstellung nach dem 1. Januar 1934 begonnen wird[1].

§ 2.

Geltungsbereich.

a) Diese Vorschriften gelten für Maschinen, Transformatoren und Geräte, die in schlagwettergefährdeten Grubenräumen verwendet werden.

b) Diese Vorschriften gelten nicht für:

1. Zündmaschinen, tragbare Grubenlampen und Beleuchtungseinrichtungen von Markscheidergeräten,
2. solche Geräte, die mit einer Stromquelle betrieben werden, deren Kurzschlußfunken Schlagwetter nicht zünden. In diesem Falle dürfen aber auch in dem Stromkreis der Geräte keine induktiven oder kapazitiven Wirkungen auftreten, die zur Entstehung gefährlicher Funken führen können.

[1] Angenommen durch den Vorstand im November 1933.

Digitized by Google

II. Ausführung.

§ 3.

Allgemeines.

a) Maschinen, Transformatoren und Geräte müssen den einschlägigen Bestimmungen des VDE entsprechen, soweit nicht nachstehend besondere Bestimmungen getroffen sind.

§ 4.

Anwendung von Kapselungen.

a) Alle Teile von Maschinen, Transformatoren und Geräten, an denen betriebsmäßig gefährliche Funken oder Flammen oder gefährliche Temperaturen auftreten können, sind nach §§ 5, 6 oder 7 zu kapseln.

§ 5.

Druckfeste Kapselung.

a) Die druckfeste Kapselung besteht in einem allseitig geschlossenen Gehäuse, das den nachstehenden Anforderungen entspricht.

b) Nur solche Werkstoffe dürfen verwendet werden, die mechanisch und chemisch genügend widerstandsfähig sind.

c) Alle Teile der Kapselung sind zu bemessen:

bei einem Rauminhalt	für einen inneren Überdruck
von 0,025 ··· 0,1 l	von 1 at,
von mehr als 0,1 ··· 0,2 „	„ 2 „,
„ „ „ 0,2 ··· 0,5 „	„ 3 „,
„ „ „ 0,5 ··· 2,0 „	„ 6 „,
„ „ „ 2,0 „	„ 8 „.

Bei Kapselungen mit weniger als 0,025 l Rauminhalt genügt die sich aus Herstellungsgründen ergebende Festigkeit [siehe b)].

Bei Maschinen, Steckvorrichtungen und Batteriebehältern ist der nach Abzug der Einbauteile verbleibende Rauminhalt maßgebend.

d) Unterteilungen des gekapselten Raumes, die durch enge Öffnungen verbunden sind und daher zu gefährlichen Drucksteigerungen Anlaß geben können, sind unzulässig.

e) Die Stoßstellen zusammengepaßter Kapsel- und Gehäuseteile sowie die Auflageflächen von Deckeln, Türen und Klappen müssen eine Oberflächengüte haben, die mindestens der in den einschlägigen DIN-Blättern[2] festgelegten Bearbeitung ▽ entspricht.

f) Die Mindestbreite dieser Stoßstellen und Auflageflächen muß betragen:

bei einem Rauminhalt des Gehäuses	Mindestbreite
bis 0,1 l	5 mm,
von mehr als 0,1 ··· 0,2 „	6 „ ,
„ „ „ 0,2 ··· 0,5 „	8 „ ,
„ „ „ 0,5 ··· 2,0 „	15 „ ,
„ „ „ 2,0 „	25 „ .

Bei abgesetzten Stoßstellen und Auflageflächen muß die Gesamtlänge des Kriechweges — kürzester Verbindungsweg zwischen dem Inneren der Kapselung und dem Äußeren — mindestens den vorstehenden Zahlen entsprechen. Die nicht mit Druck aufeinanderliegenden Teile des Kriechweges dürfen nicht mehr als 0,25 mm Spiel haben.

g) Die Verwendung von Dichtungsstoffen ist tunlichst zu vermeiden. Falls Dichtungsstoffe benutzt werden, müssen sie dem jeweils vorliegenden Verwendungszweck entsprechend genügend widerstandsfähig und haltbar und so angebracht sein, daß sie durch den Druck einer im gekapselten Raum stattfindenden Schlagwetterexplosion nicht herausgedrückt werden können.

Die Stoßstellen und Auflageflächen dürfen keinen Anstrich erhalten.

h) Werden Gehäuseteile dadurch zusammengehalten oder Gehäuseöffnungen dadurch verschlossen, daß ein Teil in einem anderen verschraubt ist, so müssen die beiden Teile mit mindestens 4 vollständigen Gewindegängen ineinandergreifen.

i) Schrauben dürfen im allgemeinen nicht durch die Gehäusewandung hindurchgeführt sein. Wenn Schrauben die Gehäusewandung durchdringen, müssen sie entweder bei verschlossener Kapselung unzugänglich oder so angebracht und befestigt sein, daß sie nur mit besonderen Hilfsmitteln herausgedreht werden können.

Wenn Schrauben durch die Gehäusewandung geführt sind, ohne in der Wandung selbst verschraubt zu sein, so muß in dem Schraubenloch ein gewindeloser Teil des Schraubenbolzens liegen, für dessen Länge und Durchmesserunterschied gegenüber dem Schraubenloch die unter m) angegebenen Grenzmaße gelten. Hiervon kann abgewichen werden, wenn außerhalb des Schraubenloches ein Kriechweg vorhanden ist, der den unter f) gegebenen Abmessungen für die Mindestbreite der Stoßstellen und Auflageflächen entspricht.

k) Der Abstand der Schraubenlöcher vom Innenrand des Gehäuses muß bei einer vorgeschriebenen Breite der Stoßstellen und Auflageflächen [siehe f)] betragen:

Breite der Stoßstellen und Auflageflächen	Abstand der Schraubenlöcher
von 5 und 6 mm	mindestens 5 mm,
„ 8 „	„ 6 „ ,
„ 15 „	„ 8 „ ,
„ 25 „	„ 10 „ .

l) Verschraubungen, die zum Zusammenhalten oder zum Verschließen der Kapselung dienen, sind so zu sichern, daß sie sich im Betriebe nicht selbsttätig lockern können. Das Gleiche gilt für Schrauben, die für andere Zwecke bestimmt sind und die Gehäusewandung durchdringen.

Alle diese Schrauben dürfen, soweit sie von außen zugänglich sind, nur durch besondere Hilfsmittel lösbar sein.

m) Die Länge der Metalldurchführung bei Betätigungsachsen und -stangen muß betragen:

bei einem Rauminhalt des Gehäuses	Länge der Metalldurchführung
bis zu 0,5 l	mindestens 10 mm,
von mehr als 0,5 ··· 2,0 „	„ 20 „ ,
„ „ „ 2,0 „	„ 25 „ .

Dabei darf der Durchmesserunterschied zwischen Betätigungsachse oder -stange und Durchführung 0,25 mm nicht überschreiten. Bei einer Durchführungslänge von mindestens 50 mm darf der Durchmesserunterschied bis zu 0,5 mm betragen.

n) Die Länge der Metalldurchführung für Wellen von Maschinen muß mindestens 50 mm, der Durchmesserunterschied zwischen Welle und Durchführung darf höchstens 0,5 mm betragen. Bei einer Durchführungslänge von mindestens 80 mm darf der Durchmesserunterschied zwischen Welle und Durchführung bis zu 0,8 mm betragen.

Bei Maschinen, die Wälzlager und nicht mehr als 2 l Rauminhalt haben, darf die Durchführungslänge der Welle bis auf 25 mm herabgesetzt werden, wenn der Durchmesserunterschied höchstens 0,4 mm beträgt.

Bei Labyrinthdurchführungen für Wellen müssen die Gesamtlänge des Kriechweges und die Spaltweiten vorstehenden Grenzwerten entsprechen. Als Kriechweg werden nur die Strecken gerechnet, auf denen die vorgeschriebenen Spaltweiten eingehalten sind.

o) Ölnuten dürfen keine Verbindung zwischen dem Inneren und dem Äußeren des Gehäuses bilden. Weder nach außen noch nach innen darf der Kriechweg weniger als 10 mm betragen.

p) Die Leitungsdurchführungen müssen so beschaffen sein, daß sie dem Druck einer im gekapselten Raum stattfindenden Schlagwetterexplosion sicher standhalten. Wenig haltbare Stoffe dürfen zur Abdichtung von Leitungsdurchführungen nicht verwendet werden. Das Durchführen von Gummischlauchleitungen durch die Gehäusewand und Leitungseinführungen mit Rohr sind nicht zulässig.

Für die Länge und das Spiel der an Leitungsdurchführungen etwa bestehenden Kriechwege sind die unter f) für die Breite von Stoßstellen und Auflageflächen angegebenen Maße einzuhalten. Bei eingekitteten Leitungsdurchführungen muß die Länge der Kittfuge mindestens 15 mm betragen. Außerdem müssen Maßnahmen getroffen sein, daß ein Herausfallen des Kittes aus der Fuge ausgeschlossen ist.

q) Bei Gehäusen mit Schiebe- oder Drehdeckel darf die Weite des Luftspaltes zwischen Gehäuse und Deckel, auch bei nicht festgeschraubtem Deckel, an keiner Stelle 0,5 mm überschreiten. Die Deckel müssen solche Befestigungen haben, daß der Luftspalt zwischen Gehäuse und Deckel auch nicht durch den Druck einer im gekapselten Raum stattfindenden Schlagwetterexplosion über 0,5 mm hinaus erweitert werden kann. Die Breite der bearbeiteten Auflagefläche muß mindestens 50 mm betragen.

Die Deckel sind derart zu sichern, daß sie nur mit besonderen Hilfsmitteln geöffnet werden können.

r) Schaugläser sind dem Rauminhalt des Kapselgehäuses entsprechend so stark zu bemessen, daß sie den unter c) angegebenen inneren Druckbeanspruchungen sicher gewachsen sind. Die Dicke der Glasscheiben muß bei einer Schaufläche bis zu 30 cm² mindestens 5 mm, bei größeren Schauflächen mindestens 10 mm betragen.

Die Glasscheiben müssen aus besonders widerstandsfähigem Glas bestehen.

[2] Z. Z. gilt DIN 140, Blatt 2.

Digitized by Google

Die zur Befestigung der Glasscheiben dienenden Mittel müssen gegen selbsttätiges Lockern gesichert und so beschaffen sein, daß sie keine gefährlichen Spannungen in den Glasscheiben verursachen können. Die Befestigung durch Kittung ist unzulässig.

Für die Abdichtung der Glasscheiben gegen die Gehäusewandungen dürfen nur widerstandsfähige Stoffe verwendet werden, die ein gutes Dauerverhalten der Abdichtung gewährleisten. Kitt, Gummi, Reinasbest und ähnliche, wenig haltbare Stoffe sind nur zum Füllen allseitig begrenzter Fugen zulässig.

§ 6.
Plattenschutzkapselung.

a) Die Plattenschutzkapselung besteht darin, daß an einem geschlossenen Gehäuse Öffnungen vorgesehen und an diesen Öffnungen Pakete von Metallplatten angebracht sind, die durch Zwischenlagen in einem bestimmten Abstand voneinander gehalten werden, so daß das Innere des Gehäuses nur durch die Luftspalte zwischen den Metallplatten mit der Außenluft in Verbindung steht.

b) Die Metallplatten müssen mindestens 50 mm breit und 0,5 mm dick sein und durch Zwischenlagen so auseinandergehalten werden, daß ihr Abstand (Spaltweite) höchstens 0,5 mm beträgt und nicht infolge Durchbiegung der Platten überschritten werden kann.

Platten aus rostendem oder leicht schmelzendem Metall sind unzulässig.

c) Die Plattenpakete müssen auswechselbar, aber so angebracht sein, daß sie nur mit besonderen Hilfsmitteln ausgebaut werden können. Gegen zufällige Beschädigung und Verschmutzung sind geeignete Maßnahmen zu treffen.

d) Das Gehäuse muß so stark bemessen sein, daß es den Druck einer im gekapselten Raum stattfindenden Schlagwetterexplosion mit Sicherheit auszuhalten vermag.

e) Die Bestimmungen unter § 5 b), 5 c), Abs. 2, und 5 d) ··· r) sind zu erfüllen.

§ 7.
Ölkapselung.

a) Die Ölkapselung besteht darin, daß das Gerät, soweit an ihm betriebsmäßig gefährliche Funken oder Flammen oder gefährliche Temperaturen auftreten können, in einen Behälter eingebaut ist, der mit Öl nach VDE 0370 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Isolierölen für Transformatoren und Schalter R. E. Ö." gefüllt ist.

b) Der Behälter muß so abgeschlossen sein, daß in betriebsfähigem Zustande Fremdkörper nicht hineinfallen können. Die in dem Behälter befindlichen, Spannung führenden Teile dürfen für Unbefugte nicht zugänglich sein.

c) Der Abstand des Ölspiegels von funkenbildenden Teilen ist so reichlich zu bemessen, daß das Austreten von Funken oder Flammen aus dem Öl ausgeschlossen ist. Er muß mindestens 10 mm betragen.

d) Bei Ölschaltern mit Selbstauslösung ist die Ölstandshöhe so zu wählen oder die Schaltleistungsgrenze so festzusetzen, daß beim Abschalten eines Kurzschlusses Funken oder Flammen aus dem Öl nicht heraustreten können.

e) Die erforderliche Höhe des Ölstandes ist durch eine Marke festzulegen.

f) Die Ölstandshöhe muß von außen ohne Lösen von Schrauben oder dgl. erkennbar sein. Die Anzeigevorrichtung ist so anzubringen, daß sie gegen Beschädigungen geschützt ist und nur mit besonderen Hilfsmitteln oder nur bei geöffnetem Gehäuse entfernt werden kann.

Bei Geräten, an denen betriebsmäßig Funken auftreten, sind herausstehende Ölstandsanzeiger, bei deren Beschädigung Öl auslaufen kann, nicht zulässig.

g) Schaugläser müssen aus widerstandsfähigem Glas bestehen und fest eingesetzt sein. Bei äußeren freien Glasflächen, die bis zu 30 mm hoch oder breit sind, muß die Wanddicke des Glases mindestens 3 mm betragen. Für größere Glasflächen sind entsprechend dickere Gläser zu verwenden. Statt Glas darf auch ein anderer durchsichtiger Baustoff verwendet werden, falls er mindestens die gleiche Sicherheit bietet.

h) Ölablaßvorrichtungen müssen gegen selbsttätiges Lockern gesichert und so eingerichtet sein, daß sie nur mit besonderen Hilfsmitteln geöffnet werden können.

i) Bei Schaltgeräten müssen Spannung führende Teile beim Durchtritt durch den Ölspiegel isoliert sein, wenn ihre Spannung mehr als 1 kV gegen Erde beträgt.

k) Schraubkontakte unter Öl sind gegen selbsttätiges Lockern zu sichern.

l) Gehäuse von Geräten sind so einzurichten, daß betriebsmäßig auftretende Ölgase entweichen können.

m) Öltransformatoren gelten als ölgekapselt, bedürfen also für die so gekapselten Teile der erhöhten Sicherheit nach § 8 a), Ziffer 2 nicht.

n) Bei ortsveränderlichen Maschinen, Transformatoren und Geräten ist Ölkapselung unzulässig.

§ 8.
Erhöhte Sicherheit.

a) Solche Teile von Maschinen, Transformatoren und Geräten, an denen nur in außergewöhnlichen Fällen gefährliche Funken oder Flammen oder gefährliche Temperaturen auftreten können und die nicht nach einer der unter §§ 5 ··· 7 aufgeführten Arten geschützt sind, erhalten eine erhöhte Sicherheit gegenüber normaler Bauart:

1. durch einen besonderen Schutz der unter Spannung stehenden Teile gegen Berühren und Beschädigen sowie gegen das Eindringen von Fremdkörpern und Tropfwasser (siehe § 19 II, Ziffer 2 von VDE 0530/1930 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M."). Bei Schutzverkleidungen aus gelochtem Blech oder Drahtgeflecht darf die Loch- oder Maschenweite 8 mm nicht überschreiten. Belüftungsöffnungen sind in der gleichen Weise zu schützen;
2. durch Herabsetzen der für isolierte Wicklungen nach den einschlägigen Bestimmungen für Nennbetrieb zulässigen Erwärmung um 10 °;
3. durch Beschränken der betriebsmäßigen Höchsttemperatur unisolierter Wicklungen auf 200 °.

b) Asynchronmotoren erhalten den vergrößerten Luftspalt zwischen Ständer und Läufer, wie dieser in den einschlägigen DIN-Blättern[3] für Drehstrommotoren angegeben ist. Dieses gilt nicht für Motoren mit Wälzlagern.

c) Bei Motoren zum Antrieb von Lüftern, die in eine Lutte eingebaut werden, darf mit Rücksicht auf die guten Abkühlungsverhältnisse von einer Herabsetzung der zulässigen Erwärmung der Wicklungen abgesehen werden.

§ 9.
Schutz unisolierter Teile.

a) Unisolierte, Spannung führende Teile an Maschinen, Transformatoren und Geräten müssen an diesen selbst so geschützt sein, daß sie für Unbefugte unzugänglich und der Berührung durch Fremdkörper, z. B. infolge Steinfalles, oder dem Eindringen von Tropfwasser nicht ausgesetzt sind. Die Beseitigung des Schutzes darf nur mit besonderen Hilfsmitteln möglich sein.

§ 10.
Schraubkontakte.

a) Alle Schraubkontakte, die nicht durch Kapselung nach §§ 5 oder 6 geschützt sind, müssen so gesichert sein, daß ein Lockern der Verschraubung und damit ein schlechter Kontakt nicht eintreten kann.

§ 11.
Verriegelungen.

a) Verriegelungen müssen so ausgeführt sein, daß ihre Wirksamkeit nicht mutwillig aufgehoben werden kann.

§ 12.
Leitungsanschlüsse.

a) Leitungseinführungen sind so zu gestalten, daß die Anschlußstellen der Leitungen von Zug entlastet, die Leitungsumhüllungen gegen Abstreifen und die Leitungsadern gegen Verdrehen gesichert sind.

b) Bei Verwendung von Gummischlauchleitung muß durch geeignete Maßnahmen dafür gesorgt sein, daß der Krümmungshalbmesser der Leitung an der Einführungsstelle nicht kleiner als das 2,5-fache ihres äußeren Durchmessers werden kann.

§ 13.
Kurzschlußläufermotoren.

a) Bei Motoren mit Käfigläufer müssen die Käfigstäbe mit den Kurzschlußringen durch Hartlötung oder Verschweißung verbunden sein, falls Stäbe und Ringe nicht aus einem Stück bestehen.

b) Motoren mit einem oder mehreren unisolierten Käfigen müssen so gebaut sein, daß die Temperatur der Käfige von einer Anfangstemperatur von 35 ° ausgehend innerhalb 10 s 200 ° nicht überschreitet, wenn der Ständer bei festgebremstem Läufer mit der vollen Nennspannung bei Nennfrequenz in Betriebsschaltung erregt wird.

[3] Z. Z. gelten DIN VDE 2650 und 2651.

Digitized by Google

Für isolierte Läuferwicklungen gelten für den Nennbetrieb die Bestimmungen in § 8 a), Ziffer 2; bei festgebremstem Läufer dürfen die in § 39 von VDE 0530/1930 angegebenen Werte innerhalb 10 s nicht überschritten werden.

Diese Bestimmungen gelten nicht für druckfest gekapselte Motoren.

§ 14.

Widerstandselemente.

a) Werden Widerstandselemente nach §§ 5 oder 6 gekapselt, so dürfen die Kapselwandungen unter der Einwirkung der Erwärmung der Widerstandselemente an keiner Stelle eine höhere Temperatur als 200 ° annehmen können. Nötigenfalls sind besondere Vorkehrungen zu treffen, die die Überschreitung dieser Temperatur verhüten.

b) Widerstandselemente unter Öl gelten als ölgekapselt (siehe § 7). Durch entsprechende Bemessung oder durch besondere Vorkehrungen muß dafür gesorgt werden, daß die Temperatur des Öles an der Oberfläche 100 ° nicht überschreitet.

c) Widerstandselemente, die nicht nach §§ 5, 6 oder 7 gekapselt sind, müssen folgenden Bedingungen genügen:

1. Sie sind so zu bemessen, daß sie keine höhere Temperatur als 200 ° annehmen können, oder es muß durch besondere Vorkehrungen dafür gesorgt sein, daß sie bei Überschreiten dieser Temperatur selbsttätig abgeschaltet werden.
2. Ihr Baustoff muß so fest sein, daß in ordnungsgemäßem Betrieb kein Bruch eintreten kann. Ferner müssen sie so sicher befestigt sein, daß ein Berühren untereinander und mit dem Gehäuse ausgeschlossen ist.
3. Sie sind durch einen besonderen Schutz an dem Gerät selbst gegen zufälliges Berühren sowie durch geeignete Abdeckung gegen Hineinfallen von Fremdkörpern und Eindringen von Tropfwasser zu sichern.
4. Alle leitenden Verbindungen sind durch gesicherte Verschraubungen, Hartlötung oder Schweißung herzustellen.

d) Freihängende Drahtspiralen sind nicht zulässig.

e) Widerstandselemente von Akkumulatorlokomotiven sind nach §§ 5 oder 6 zu kapseln.

§ 15.

Flüssigkeitsanlasser.

a) Flüssigkeitsanlasser sind nur bei ortsfesten Motoren mit einer Nennleistung über 150 kW zulässig.

b) Die Elektroden dürfen im Betrieb nicht so weit aus der Flüssigkeit herausgenommen werden können, daß an ihnen Funken auftreten.

c) Eine Einrichtung ist vorzusehen, durch die die Anlage stillgesetzt oder ihre Inbetriebnahme verhindert wird, wenn der Flüssigkeitsspiegel unter die erforderliche Höhe gesunken ist.

§ 16.

Trennschalter.

a) Trennschalter gelten als Geräte, bei denen betriebsmäßig Funken auftreten können. Sie müssen nach §§ 5, 6 oder 7 gekapselt und so gebaut sein, daß eine allpolige Abtrennung sichergestellt ist. Die Schaltstellung muß von außen erkennbar sein.

Bei Spannungen von 1 kV und darüber sind §§ 9 und 11 von VDE 0101/1930 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V.E.S. 2." zu beachten.

b) Trennschalter müssen entweder mit Leistungsschaltern verriegelt oder so gebaut sein, daß sie nur durch Befugte betätigt werden können. Dieses gilt nicht für Trennschalter, die als Leistungsschalter gebaut sind.

§ 17.

Ferngesteuerte Maschinen und Geräte.

a) Bei ferngesteuerten Maschinen und Geräten, an denen betriebsmäßig Funken auftreten und die nach §§ 5, 6 oder 7 gekapselt sind, muß entweder ein Anlassen oder eine Betätigung bei geöffnetem Gehäuse verhindert sein, oder es ist ein gut erkennbares Warnungsschild anzubringen, das auf die Schlagwettergefahr bei geöffnetem Gehäuse hinweist.

§ 18.

Wechselstrom-Hubmagnete.

a) Wenn Wechselstrom-Hubmagnete nicht nach §§ 5, 6 oder 7 gekapselt, sondern mit erhöhter Sicherheit nach § 8 gebaut sind, ist eine besondere Vorrichtung erforderlich, die ein Überschreiten der zulässigen Erwärmung der Wicklungen verhindert.

§ 19.

Steckvorrichtungen.

a) Stecker und Steckdose müssen Gehäuse haben und so gebaut sein, daß nach dem Zusammensetzen eine gutleitende Verbindung der Kontaktteile gewährleistet ist.

b) Diese Kontaktteile gelten als Teile, an denen betriebsmäßig Funken auftreten. Sie müssen demzufolge schlagwettergeschützt gekapselt sein.

Wenn die Kapselung durch das Gehäuse des Steckers und der Steckdose gebildet wird, muß die Einstecktiefe des Steckergehäuses in das Dosengehäuse mindestens 50 mm betragen und der Durchmesserunterschied darf nicht größer als 0,5 mm sein.

Ist jede Kontaktstelle innerhalb der Steckvorrichtung für sich gekapselt und beträgt der eingeschlossene Raum im Augenblick der Kontakttrennung nicht mehr als 0,1 l, so genügt eine Kriechweglänge von der Kontaktstelle nach außen von:

20 mm bei Steckvorrichtungen für Nennstromstärken unter 25 A,
25 „ bei Steckvorrichtungen für Nennstromstärken von 25 A und darüber;

in beiden Fällen ist durch genaue Passung die Spaltweite auf höchstens 0,25 mm zu beschränken.

Für Steckvorrichtungen mit Ölkapselung gelten die Bestimmungen in § 7.

c) Die unter b) vorgeschriebenen Kriechwegmaße müssen auch noch im Augenblick der Stromunterbrechung vorhanden sein.

d) Steckvorrichtungen sind im allgemeinen mit einem schlagwettergeschützten Schalter mechanisch oder elektrisch derart zu verriegeln, daß das Einsetzen und Herausziehen des Steckers oder der Dose nur in spannungslosem Zustande möglich ist. Wird eine solche Verriegelung mit einem Schalter nicht angewendet, dann müssen die Steckvorrichtungen so gebaut sein, daß beim Einsetzen und Herausziehen des Steckers oder der Dose unisolierte, Spannung führende Teile für Unbefugte unzugänglich sind. Außerdem müssen sie eine selbsttätig wirkende Sperrvorrichtung haben, die nach der Trennung von Stecker und Steckdose eine Berührung unisolierter, Spannung führender Teile und eine unbefugte Stromentnahme verhindert.

Ist die Steckvorrichtung mit einem schlagwettergeschützten Schalter mechanisch oder elektrisch verriegelt und sind die Kontaktstellen für sich gekapselt, so dürfen die unter b), Abs. 3, festgelegten Kriechweglängen um 10 mm verkürzt werden.

e) Steckvorrichtungen müssen so gebaut sein, daß Stecker und Steckdose durch den Druck einer im Inneren stattfindenden Schlagwetterexplosion nicht in gefahrbringender Weise auseinandergedrückt werden können.

§ 20.

Schmelzsicherungen.

a) Schmelzsicherungen müssen in Gehäusen nach §§ 5, 6 oder 7 gekapselt sein. Die Gehäuse sind mit Schaltern derart zusammenzubauen oder zu verriegeln, daß das Einsetzen und Herausnehmen der Schmelzeinsätze nur in spannungslosem Zustande möglich ist. Bei Schmelzsicherungen, die in Leuchten eingebaut sind (siehe § 22), kann von dem Zusammenbau und von der Verriegelung mit einem Schalter abgesehen werden.

b) Schmelzsicherungen unter Öl sind nur für Stromstärken bis 6 A zulässig. Sie müssen entweder geschlossene oder in ein Rohr aus Isolierstoff eingehüllte Schmelzeinsätze haben.

§ 21.

Akkumulatoren.

a) Ortsveränderliche Akkumulatorbatterien für höhere Entladespannungen als 12 V sind nach § 6 zu kapseln. Der freie Raum in den Batteriebehältern ist möglichst klein zu halten.

b) Die Kapselung von Akkumulatorbatterien nach § 5 ist zulässig, wenn die Kapselung den Überdruck aushält, der bei einer Explosion der vom Akkumulator erzeugten Gase auftreten kann.

c) Für den Schlagwetterschutz von Akkumulatorbatterien, die nicht unter a) fallen, gelten die Bestimmungen unter § 8 a), Ziffer 1, §§ 9, 10 und 12.

§ 22.

Leuchten.

a) Leuchten müssen mit einem sicher befestigten Schutzglas und mit einem kräftigen Schutzkorb oder Schutzgitter ausgerüstet sein.

Digitized by Google

b) Das Schutzglas muß aus einer besonders stoßfesten Glassorte bestehen. Glasglocken müssen bei einem äußeren Durchmesser bis zu 200 mm eine Wanddicke von 6 mm, bei einem Durchmesser bis zu 250 mm eine Wanddicke von 7 mm und bei größerem Durchmesser eine Wanddicke von 8 mm haben. Die Dicke von Glasscheiben ist bei einem Durchmesser der gesamten Scheibe bis zu 100 mm auf 6 mm und bei größeren Scheiben für je 20 mm, um die der Durchmesser über 100 mm hinausgeht, um 1 mm größer zu bemessen.

c) Die Öffnungen in den Schutzkörben und Schutzgittern dürfen nicht höher und nicht breiter als 60 mm oder bei größeren Breiten nicht höher als 40 mm sein.

d) Für Leuchten, die zur Verwendung in sehr hohen Räumen bestimmt sind, sind Ausnahmen von b) und c) zulässig.

e) Leuchten müssen so verschließbar sein, daß sie nur mit einem besonderen Hilfsmittel geöffnet werden können.

f) Leuchten für Gleichstrom mit Lampen von mehr als 100 W Energieverbrauch sind nur mit besonderen Vorrichtungen zulässig, die ein selbsttätiges Lockern der Glühlampe zuverlässig verhindern.

g) Bei Leuchten mit eingebauten Schmelzsicherungen kann von dem in § 20 geforderten Zusammenbau und der Verriegelung mit einem Schalter abgesehen werden.

§ 23.
Glühlampenfassungen.

a) Glühlampenfassungen müssen so gebaut sein, daß Funken, die beim Lockern der Lampe entstehen, nur in einem besonderen, schlagwettergeschützt abgeschlossenen, kleinen Raum oder in dem bei eingesetzter Lampe schlagwettergeschützt abgeschlossenen Innenraum der Fassung auftreten können.

b) Die zusammengesetzten Teile der Fassung, die den schlagwettergeschützt abgeschlossenen Raum umgeben, müssen dicht aufeinander liegen und so beschaffen oder eingebaut sein, daß die dichte Auflage der einzelnen Teile nicht durch Verbiegungen beeinträchtigt werden kann. Die Stoßstellen und Auflageflächen müssen mindestens 5 mm breit sein. Die nicht mit Druck aufeinanderliegenden Teile dürfen nicht mehr als 0,25 mm Spiel haben. Dieses gilt nicht für das Gewinde des Fassungskorbes.

c) Die Durchführungslänge der Stifte von Hilfsschaltvorrichtungen muß betragen:

bei einem Durchmesserunterschied zwischen Stift und Durchführung	Durchführungslänge
von höchstens 0,25 mm	mindestens 5 mm,
„ „ 0,5 „	„ 10 „ .

d) Die Durchführungslänge von Befestigungsschrauben muß bei einem Durchmesserunterschied zwischen Schraube und Schraubenloch von höchstens 0,5 mm mindestens 5 mm betragen. Auf verkittete oder vergossene Schrauben findet diese Bestimmung keine Anwendung.

e) Die Befestigungsschrauben müssen gegen selbsttätiges Lockern gesichert sein.

§ 24.
Meßgeräte.

Meßgeräte sind entweder nach § 8 mit erhöhter Sicherheit auszuführen oder nach §§ 5 oder 6 zu kapseln. Folgende Sonderbestimmungen sind dabei zu beachten:

a) Ausführung mit erhöhter Sicherheit.

1. Meßgeräte sind in mechanisch besonders widerstandsfähige, gegen das Eindringen von Staub gut abgedichtete Gehäuse einzubauen und gegen Störungen durch Niederschlag von Feuchtigkeit, insbesondere an Spannung führenden Teilen, zu schützen.
2. Die Größe der Skalenausschnitte in den Gehäusen ist auf das für das Ablesen der Skalen unbedingt notwendige Maß zu beschränken.
3. Die zur Abdeckung der Skalenausschnitte verwendeten Glasscheiben müssen aus einem besonders widerstandsfähigen Glas bestehen und eine Dicke von mindestens 5 mm haben. Sie sind so fest und sicher anzubringen, daß sie von außen weder verschoben noch entfernt werden können.
4. Spannung führende Teile sind entweder in den Gehäusen so anzuordnen, daß sie beim Durchstoßen der Glasscheiben nicht getroffen werden können, oder sie sind durch mindestens 2 mm dicke, sicher befestigte Skalenbleche zu schützen.
5. Die Verwendung beweglicher Systemteile zur Stromleitung ist unzulässig.
6. Strommesser und die Strompfade anderer Meßgeräte für Gleichstrom müssen das 50-fache des Endwertes ihres Meßbereiches bzw. das 50-fache ihres Nennstromes 1 s lang aushalten können, ohne durch thermische und dynamische Stromwirkungen Schaden zu nehmen.

   Strommesser und die Strompfade anderer Meßgeräte für Wechselstrom müssen das 50-fache des Endwertes ihres Meßbereiches bzw. das 50-fache ihres Nennstromes 1 s lang aushalten können, ohne durch thermische und dynamische Stromwirkungen Schaden zu nehmen, oder sie müssen über Stromwandler betrieben werden, deren Sekundärstrom bei Anschluß des betreffenden Meßgerätes und 100-fachem Primärstrom auf solche Werte begrenzt ist (Schutzstromwandler), daß das Meßgerät nicht beschädigt wird. Schutzstromwandler und Meßgerät sind als zusammengehörend zu kennzeichnen.
7. Spannungsmesser und die Spannungsspulen anderer Meßgeräte für Gleichstrom sind bei Nennspannungen über 250 V nach §§ 5 oder 6 zu kapseln.

   Spannungsmesser und die Spannungsspulen anderer Meßgeräte für Wechselstrom sind bei Nennspannungen über 250 V nur in Verbindung mit Spannungswandlern zulässig oder sie sind nach §§ 5 oder 6 zu kapseln.

b) Ausführung in Kapselungen nach §§ 5 oder 6.

1. Kapselungen nach §§ 5 oder 6 sind in ihrem Rauminhalt möglichst zu beschränken; sie dürfen nicht gleichzeitig Leistungsschalter enthalten.
2. Die Bestimmungen unter a), Ziffern 2 ··· 4 sind zu befolgen.
3. Strommesser und die Strompfade anderer Meßgeräte für Gleichstrom, die nicht das 50-fache des Endwertes ihres Meßbereiches bzw. das 50-fache ihres Nennstromes 1 s lang aushalten können, sind nach §§ 5 oder 6 zu kapseln.

   Dreheisenstrommesser und die unmittelbar vom ganzen Meßstrom durchflossenen Strompfade anderer Meßgeräte für Gleichstrom, die nicht das 50-fache des Endwertes ihres Meßbereiches bzw. das 50-fache ihres Nennstromes 1 s lang aushalten können, sind auch in Kapselungen nach §§ 5 oder 6 unzulässig.

   Strommesser und die Strompfade anderer Meßgeräte für Wechselstrom, die nicht das 50-fache des Endwertes ihres Meßbereiches bzw. das 50-fache ihres Nennstromes 1 s lang aushalten können, müssen auch in einer Kapselung nach §§ 5 oder 6 über einen Schutzstromwandler angeschlossen werden.

§ 25.
Wandler.

a) Wandler sind entweder nach §§ 5, 6 oder 7 zu kapseln oder nach § 8 mit erhöhter Sicherheit zu bauen. Das Einbetten von Wandlerwicklungen in Isoliermasse ist unzulässig.

b) In Ausführung mit erhöhter Sicherheit nach § 8 müssen Schutzstromwandler in Verbindung mit den zugehörenden Meßgeräten, andere Stromwandler bei kurzgeschlossenen Sekundärklemmen das 100-fache des Nenn-Primärstromes 1 s lang aushalten können, ohne durch thermische und dynamische Stromwirkungen Schaden zu nehmen.

§ 26.
Sonderausführungen.

a) Andere als die vorstehend angegebenen Bauarten von Maschinen, Transformatoren und Geräten gelten als schlagwettergeschützt, wenn der Schlagwetterschutz der verwendeten Bauarten durch eine behördlich anerkannte Versuchsstrecke als ausreichend befunden ist.

III. Kennzeichen.

§ 27.

a) Alle den vorstehenden Bestimmungen entsprechenden schlagwettergeschützten und als solche von einer behördlich anerkannten Versuchsstrecke bestätigten Maschinen, Transformatoren und Geräte sind mit dem Zeichen (Sch) und der genauen Typenbezeichnung zu versehen, die deutlich sichtbar anzubringen sind.

Digitized by Google

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Braunschweig. — 14. XII. 1933, abds. 8h, Hochspannungsinstitut der T. H., Eing. Hamburger Str. 307: Lichtbildervortrag Obering. A. Clausing, Berlin, „Moderne Rundfunkempfänger".

Elektrotechn. Gesellschaft Halle a. S. — 14. XII. 1933, abds. 8h, unterer gr. Saal des Stadtschützenhauses, Franckestraße 1: a) Vortrag Oberlandwirtschaftsrat Dr. Hahne, „Bodenverbesserung und Gewinnung von Neuland". b) Vortrag Oberarbeitsführer Simon, „Der deutsche Arbeitsdienst und seine volkswirtschaftliche Bedeutung".

Pomm. Elektrotechn. Verein, Stettin. — 22. XII. 1933, abds. 8¼h, Konzerthaus Stettin: Vortrag A. Grigat, „Bemerkenswertes auf dem Gebiet der Elektrowirtschaft in Papier- und Zellstoffabriken".

Physikalische Gesellschaft zu Berlin und Deutsche Gesellschaft für technische Physik, Berlin. — 15. XII. 1933, abds. 7½ h, gr. Hörsaal des Phys. Inst. der T. H., Kurfürstenallee: 1. Vortrag C. Ramsauer, „K. W. Haußer zum Gedächtnis". 2. Vortrag H. Rukop, „Die Vielgitterröhre im Rundfunkempfang".

PERSÖNLICHES.

Hochschulnachrichten. — An der T. H. Karlsruhe hat sich Dr.-Ing. Rudolf Weigel an der Abteilung für Maschinenwesen und Elektrotechnik für das Fach „Lichttechnik" habilitiert.

E. Melchert. — Stadtbaumeister i. R. Ernst Melchert ist von der Industrie- und Handelskammer zu Berlin als öffentlich bestellter Sachverständiger für Elektrizitätszähler vereidigt worden. Er hat durch jahrzehntelange Tätigkeit als Elektroingenieur in Zählerfabriken und als Abteilungsleiter in großen Elektrizitätswerken sowohl die Herstellung als auch den Betrieb der Elektrizitätszähler und Tarifapparate kennengelernt sowie selber zahlreiche Erfindungen auf diesem Gebiete gemacht. Es ist das erste Mal, daß im Bezirk der Industrie- und Handelskammer zu Berlin ein Fachingenieur für diesen besonderen Zweig der Starkstromtechnik zum öffentlichen Sachverständigen bestellt wird.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

Schwungmoment und Trägheitsmoment in der Elektrotechnik.

In meinem Aufsatze ETZ 1933, Heft 44, S. 1072, ist in Gl. (15) der Zähler unter der Wurzel mit 2 zu multiplizieren. Ich habe das „Schwungmoment" auch in der 19. Auflage der „Hütte" von 1905, Teil I, S. 192, gefunden, in der 18. Auflage von 1902 dagegen nicht.

Dresden, 10. XI. 1933. H. Görges.

LITERATUR.

Besprechungen.

Technik voran! Jahrbuch mit Kalender für die Jugend 1934. Herausg. v. Deutschen Ausschuß für Technisches Schulwesen e. V. Lehrmitteldienst, und Reichsbund deutscher Technik e. V. Mit zahlr. Abb., 248 u. 5 S. in kl. 8°. Zu bez. dch. die Herausg., Berlin W 35, Potsdamer Str. 119 b. Preis geb. 0,90 RM.

Der vorliegende Jugendkalender ist durchweht vom lebendigen Geist unserer neuen Zeit. Den Führergedanken in die Technik hineinzutragen und in Verbindung mit den Menschen in der Technik zu segensreicher Auswirkung zu bringen, dient ein Aufsatz Gottfried Feders an erster Stelle. Während die früheren Ausgaben dem Jugendlichen im allgemeinen das Verbundenheitsgefühl zu seinem Beruf und den berechtigten Stolz auf die großen technischen Leistungen trotz der Knebelung des deutschen Vaterlandes zum Bewußtsein brachten, tritt diesmal die Verbundenheit zu Volk, Blut und Boden mehr hervor, ohne daß doch das Unterrichtende und Lehrhafte des technischen Jahrbuches gelitten hätte. Trotz der Kürze sind die Aufsätze im allgemeinen als recht gelungen zu bezeichnen. Vorzüglich z. B. das Kapitel „Unfall durch elektrischen Strom" mit den übersichtlichen Darstellungen und die lehrhafte Abhandlung über „Den Weg des Briefes". Auch der Sport findet in zeitgemäßer Form seine Berücksichtigung und vermittelt Anregungen. Das Gebiet der Fliegerei, das der Jugend naturgemäß besonders nahe liegen muß, ist in seiner neueren Entwicklung ausgiebig behandelt. Die Darstellung der vielseitigen technischen Ausbildungsmöglichkeiten am Schluß des Büchleins verdient in der alle Ausbildungstätten umfassenden Form Beachtung. K. Elbel.

Technische Messungen bei Maschinenuntersuchungen und zur Betriebskontrolle. Von Dr.-Ing. A. Gramberg. (Bd. 1 von Maschinentechnisches Versuchswesen.) 6., vielf. erneuerte u. umgearb. Aufl. Mit 395 Abb. i. Text, XV u. 488 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1933. Preis geb. 24 RM.

Im Abstand von 10 Jahren ist die neue — 6. — Auflage des rühmlich bekannten Werkes ihrer Vorgängerin gefolgt. Der Verfasser hatte also eine ungeheure Fülle neuen Stoffes zu bewältigen. Man muß staunen, daß es trotzdem gelungen ist, das Buch um 86 Seiten gegenüber der letzten Auflage zu kürzen, zumal gleichzeitig die Zahl der Abbildungen um 69 gestiegen ist. Natürlich war die Reform nur durch radikale Streichungen möglich. Leider betreffen diese u. a. gerade elektrotechnische Abschnitte. Das Kapitel Starkstrommessungen (Instrumente, Schaltungen, Leistung, Widerstand, Verluste) ist fortgefallen. Indessen wird der Elektrotechniker von dieser Kürzung nicht zu sehr betroffen, er sucht im „Gramberg" im allgemeinen sowieso nicht Belehrung über das engere Fachgebiet, sondern Hilfe bei Untersuchungen in Nachbarbereichen der Technik. Und er findet vieles wichtige Neue neben bewährtem Altem, alles in übersichtlicher, klarer Darstellung, mit umfassendem Schrifttum und ausreichendem Index. Hauptabschnitte sind wie bisher: allgemeine Meßgrundlagen, Elemente der Meßgeräte, Messung von Zeit, Geschwindigkeit, Druck, Stoffmenge, Kraft, Temperatur, Wärmemenge, Heizwert, Gaszusammensetzung. In manchen Fällen sind noch überkommene Einrichtungen ausführlich behandelt, während neue Verfahren zu knapp erörtert scheinen. So nehmen bei den mechanischen Dynamometern einige alte Modelle breiten Raum ein, dagegen sind z. B. die piezoelektrischen Verfahren zwar erwähnt, aber nicht ihrer heutigen Bedeutung entsprechend gewürdigt. Auch ein Flugmotorenprüfstand sieht heute anders aus als vor 10 Jahren, überdies wäre hier eine einfache Prinzipskizze vor der mit Einzelheiten belasteten Zeichnung vorzuziehen. Und gewisse allgemeine Methoden fehlen ganz, so die stroboskopische, die, auch wenn man von der elektrischen Schlupfmessung absieht, bedeutungsvoll ist z. B. für Tachometereichung, für Ungleichförmigkeitsmessungen und für viele andere Zwecke. Aber welches Buch hätte nicht Grenzen der Vollkommenheit? Freuen wir uns, in der neuen Auflage ein fortschrittliches, wohlausgestattetes, handliches Hilfsbuch für technische Messungen zu besitzen, das vielen ein guter Ratgeber sein wird. R. Vieweg.

Wärmemechanik und Mechanik der Gase und Dämpfe. Von Prof. Dipl.-Ing. G. Haberland. 2., neubearb. Aufl. Mit 29 Abb. i. Text, IV u. 92 S. in 8°. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1932. Preis kart. 2,10 RM.

Bei einem Umfang der Schrift von rd. 90 Seiten ist es natürlich nicht möglich, das durch den Titel angegebene Gebiet mit der Ausführlichkeit zu behandeln, mit der es für den in der Praxis stehenden Ingenieur wünschenswert wäre. Den größten Teil des Buches nimmt die Erläuterung der Gesetze der Wärmetheorie über Gase und Dämpfe ein. Die vom Verfasser angestrebte leichtlesbare Darstellung ist erreicht, so daß dieser Teil des Buches seine Aufgabe, zur Unterstützung des Unterrichtes zu dienen, voll erfüllen wird. Die Abschnitte über Verbrennung und strömende Bewegung des Wasserdampfes sind aber so kurz gehalten, daß damit wenig anzufangen ist. Das Buch ist für den, der sich mit den Grundbegriffen der Wärmelehre vertraut machen will, ein sehr brauchbares Hilfsmittel. A. Bachmair.

Wörterbuch der Kolloidchemie. Von Dr. A. Kuhn. Mit 47 Abb., 37 Tab. u. 179 S. in kl. 8°. Verlag Theodor Steinkopff, Dresden u. Leipzig 1932. Preis geb. 8 RM.

Das Buch wurde von dem Verfasser in der Absicht geschrieben, den vielen Interessenten der Kolloidwissenschaft, u. zw. nicht nur auf den verschiedensten Gebieten der angewandten Chemie, sondern darüber hinaus auch auf dem Gebiete der Biologie, der Medizin, der Pharmazie usw. als Hilfsmittel bei den eigenen Arbeiten und beim Studium der einschlägigen Literatur zu dienen. Zu diesem Zwecke wurden die einzelnen Begriffe alphabetisch geordnet und

Digitized by Google

unter Beigabe mehr oder weniger kurzer Erläuterungen in knapper und übersichtlicher Weise in die Form eines handlichen Nachschlagebuchs gebracht. Dem Zwecke des Buches entsprechend wurden auch einige ältere, heute ungebräuchlich gewordene Ausdrücke mitberücksichtigt und einigen Stoffen, die als Prototypen kolloidaler Systeme gelten können (Gelatine, Stärke, Kautschuk, Zellulose usw.), kurze Abschnitte gewidmet. Wenn ein solches alphabetisch angeordnetes Nachschlagebuch auch kein Ersatz für die vorhandenen Lehrbücher sein kann und auch nicht sein soll, so dürfte das Erscheinen dieses Buches doch von allen denjenigen begrüßt werden, die nicht Spezialisten auf diesem besonderen Fachgebiete sind und sich beim Studium der Literatur oder bei ihren sonstigen Arbeiten auf diesem für die Wissenschaft und Technik immer wichtiger werden Fachgebiete rasch und doch noch zuverlässig unterrichten wollen. Georg Eger.

Interpolation und genäherte Quadratur. Von Prof. Dr. G. Kowalewski. Mit 10 Fig. i. Text, V u. 146 S. in 8°. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1932. Preis geb. 9,60 RM.

Das 1. Kapitel des Buchs beschäftigt sich mit den verschiedenen Fassungen der Näherungspolynome, die mit einer Funktion $f(x)$ an gewissen Stellen übereinstimmen, Im 2. Kapitel werden die bekannten Quadraturformeln (Trapezregel, Simpsonsche Regel, Newtonsche Regel) für die angenäherte Bestimmung des Integrals einer stetigen Funktion $f(x)$ über ein gegebenes Intervall behandelt. In diesem Kapitel leitet der Verfasser auch einen neuen Einschließungsatz zur Simpsonschen Regel ab. Das 3. Kapitel ist dem Euler-Maclaurinschen und dem Booleschen Theorem gewidmet, aus welchen Theoremen im 4. Kapitel die Euler-Maclaurinsche Quadraturformel abgeleitet wird. Aus dieser Formel lassen sich die Simpsonsche Regel und die Newtonsche Regel herleiten. Die zusammenfassende Darstellung der analytischen Grundlagen für die Näherungspolynome und Quadraturformeln ist auch vom Standpunkt des Ingenieurs sehr zu begrüßen, der häufig mit analytisch nicht erfaßbaren Zusammenhängen arbeiten muß. Werden diese Zusammenhänge durch Näherungspolynome ausgedrückt, so lassen sich aus der analytischen Behandlung dieser Polynome sehr wertvolle Schlüsse ziehen. Ein besonderer Vorzug der Darstellung liegt auch darin, daß die Fehlerglieder genau untersucht werden. Kafka.

Neue Zeitschriften.

Buletinul „I. R. E." Herausg. vom Institut National Roumain, Bukarest, Str. Marconi, 1. Jahrg. 1, Nr. 1, März 1933; Nr. 2, Juni 1933.

Eingegangene Doktordissertationen.

Cl. Holzhauer, Beitrag zur Kenntnis der Ermüdungsfestigkeit von Kesselbaustoffen und ihrer Beeinflussung durch chemische Einwirkungen. T. H. Darmstadt 1932.

Werner Falck, Wirtschaftlichkeitsuntersuchung des Dresdner Heizkraftwerkes. T. H. Dresden 1933.

Walter Ostermann, Untersuchung des Reibungswiderstandes der Förderwagenlager. T. H. Berlin 1933. (Die Arbeit erscheint in ihren wesentlichen Teilen in Glückauf H. 17 u. 18, 1933, Verlag Glückauf G. m. b. H., Essen.)

Hermann Rückwardt, Selbstkostenberechnung elektrischer Arbeit, ihr Aufbau und ihre Durchführung. T. H. Berlin 1930. (Erschien als Buch unter dem gleichen Titel im Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin.)

Heinz Siegel, Die Entschwefelung von Stahl im kernlosen Induktionsofen mittels Alkalien. T. H. Berlin 1932. (Sonderdr. aus Stahl u. Eisen Bd. 53, S. 646, 1933, Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf.)

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus der Geschäftswelt. — In das Handelsregister wurden eingetragen: Dué & Co. Verkehrsschutz und Apparatebau G. m. b. H. „Devag", Frankfurt a. M. (50 000 RM): Herstellung und Vertrieb von elektrischen und mechanischen Apparaten und Schaltanlagen sowie von Verkehrssicherungseinrichtungen aller Art; Tempograph Apparatebau G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Herstellung und Vertrieb optischer und elektrischer Apparate sowie Vorführung und Vermittlung jeglicher Reklame; Pertrix-Technolog Ostpreußische Elemente- und Batterie-Fabrik G. m. b. H., Königsberg Pr. (20 000 RM): Herstellung und Vertrieb von Taschenbatterien, elektrischen Taschenlampen, Trockenelementen und ähnlichen elektrotechnischen Artikeln; Schmidt & Kleinberg G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Fabrikation von Maschinen zur Herstellung von Glühlampen, Radioartikel und Artikeln verwandter Art; Elektro-Werkzeuge G. m. b. H., Düsseldorf (21 000 RM): Vertrieb von elektrischen Werkzeugen aller Art und gewerbliche Verwertung von Patenten und anderen Schutzrechten. —

Englands elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Die nach den letzten Angaben der Electr. Rev., London[2], und dem derzeitigen Umrechnungskurs (1 £ = 13,28 RM) zusammengestellte Übersicht der Außenhandelsziffern für die Monate April/September 1933 zeigt, daß die elektrotechnische Einfuhr Englands, mit Ausnahme des Mai, gegenüber den beiden Vierteljahren von 1932 dauernd gesunken ist, u. zw. im Juli um den erheblichen Betrag von 0,542 Mill RM (fast 18 %). Die Verringerung betraf vorwiegend Maschinen, Batterien und Akkumulatoren sowie Schwachstromvorrichtungen, während elektrotechnische Kohlen, Glühlampen und Beleuchtungsmaterial i. a. höhere Werte aufwiesen. Die Ausfuhr ist im Mai und September, in letzterem sogar um 1,361 Mill RM (15 %), gegen das Vorjahr gestiegen, im übrigen Teil der Berichtsperiode aber ebenfalls zurückgegangen. Im April betrug die Schrumpfung 2,584 Mill RM (22 %) und beim Export von Maschinen 2,057 Mill RM (38 %). Dieser ist auch während der weiteren Monate, zeitweise zusammen mit Batterien, Akkumulatoren, Schwachstromleitungen sowie Verschiedenem, z. T. merklich gefallen. Im Vergleich zu 1932 größere Beträge erbrachte u. a. die Ausfuhr von isolierten Leitungen und Schwachstromapparaten (im August stellte sich die Zunahme bei diesen auf 0,559 Mill RM). Während der ersten neun Monate hat die Einfuhr um 4,966, die Ausfuhr um 3,242 Mill RM gegen die entsprechende Zeit des Vorjahres an Wert verloren. *fm.*

Erzeugnisse	Einfuhr in Mill RM		Ausfuhr in Mill RM	
	1933	1932	1933	1932
		April		
Maschinen	0,309	0,429	3,325	5,382
Waren und Apparate	1,898	1,898	5,824	6,351
	2,207	2,327	9,149	11,733
		Mai		
Maschinen	0,279	0,446	2,887	4,346
Waren und Apparate	2,020	1,816	7,792	5,986
	2,299	2,262	10,679	10,332
		Juni		
Maschinen	0,268	0,348	2,572	4,504
Waren und Apparate	2,184	2,253	7,374	6,333
	2,452	2,601	9,946	10,837
		Juli		
Maschinen	0,186	0,436	3,134	4,119
Waren und Apparate	2,342	2,634	6,369	5,709
	2,528	3,070	9,503	9,828
		August		
Maschinen	0,266	0,489	2,075	3,592
Waren und Apparate	3,124	3,227	7,220	5,821
	3,390	3,716	9,295	9,413
		September		
Maschinen	0,243	0,355	3,121	3,174
Waren und Apparate	3,548	3,794	7,163	5,749
	3,791	4,149	10,284	8,923

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 616, 807, 1072, 1168, 1216; 1933, S. 692.
[2] Bd. 112, S. 712, 927; Bd. 113, S. 91, 236, 393, 562.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 22: Wer fertigt hochhitzebeständige elektrische Isoliermasse zum Eingießen von Chromnickel-Heizelementen in Kochplatten u. dgl., zum Einbrennen bis 1000 ° C? Die Masse muß auch noch bei Temperaturen von 900 ··· 1000 ° gut isolieren.

Berichtigung.

In dem Bericht „Die Gewinnung elektrischer Kraft aus Hausmüll in Lyon", H. 49 der ETZ d. J., S. 1195, ist in der 8. Zeile der kleinen Zahlentafel zu lesen: „erzeugte kWh je t Müll" (nicht je kg). In der Quellenangabe am Schluß des Berichtes ist die Bandzahl 52 in 101 zu ändern.

Abschluß des Heftes: 8. Dezember 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Erleichterte Beschaffung von Elektrokarren im Rahmen des Arbeitsbeschaffungsprogramms.

Mitteilung der AEG.

Die Verwendung von Elektrokarren in den verschiedenen Ausführungsformen ist infolge der schlechten Wirtschaftslage in den letzten Jahren zurückgegangen; auch die Gesamtausnutzung der vorhandenen Fahrzeuge ist schlechter geworden. In sehr vielen Fällen wurde infolge der notwendigerweise durchgeführten starken Sparmaßnahmen auch die Unterhaltung der Elektrokarren vernachlässigt oder auf das äußerst zulässige Maß beschränkt; Ausbesserungen werden vielfach sogar unter Verwendung von Teilen, die stillgesetzten Elektrokarren entnommen wurden, durchgeführt und diese dadurch betriebsunfähig gemacht.

Um den Fördermittelpark jetzt für die kommenden Beanspruchungen leistungsfähig zu gestalten, wird die Beschaffung neuer Elektrokarren in den meisten Fällen unumgänglich sein. Auch empfiehlt es sich, daß jeder Betriebsleiter einmal die Unterhaltungskosten für die ältesten Elektrokarren prüft, die jetzt zumeist schon etwa 10 Jahre in Gebrauch sein werden. Inzwischen hat die AEG, die vor 20 Jahren mit der Entwicklung von Elektrokarren in Deutschland begonnen hat, große Erfahrungen im Bau dieser Sonderfahrzeuge gesammelt und ist in der Lage, Elektrokarren zu liefern, die infolge ihrer Bauart, ihrer Herstellungsweise und der verwendeten Baustoffe bedeutend leistungs- und widerstandsfähiger sind und somit auch wesentlich geringere Betriebs- und Unterhaltungskosten verursachen. Für die Anschaffung neuer Fahrzeuge ist es auch von Bedeutung, daß nach dem Gesetz zur Verminderung der Arbeitslosigkeit vom 1. Juni 1933 die für Ersatzbeschaffung von veralteten Maschinen — darunter fallen auch Elektrokarren — aufgewendeten Kosten als abzugfähig im Sinne des Einkommensteuer-, Körperschaftsteuer- und Gewerbesteuergesetzes gelten, die Beschaffung also somit eine steuerliche Erleichterung mit sich bringt.

Wenn so auf der Abnehmerseite die Voraussetzungen für den Kauf neuer Elektrokarren in vielen Fällen gegeben sind, ist auch die AEG als Lieferer gerüstet, preiswerte, nach neuzeitlichsten Grundsätzen gebaute Elektrofahrzeuge zu liefern. Wenn für die Bewältigung neuer Förderaufgaben die Art des Fahrzeuges festzulegen ist, so darf nicht außer Acht gelassen werden, daß für Straßenverkehr innerhalb der Städte, und zwar insbesondere im Haus-zu-Haus-Dienst, das Elektrofahrzeug wirtschaftlich jedem anderen überlegen ist.

Abb. 1. AEG-Elektro-Führersitzkarren mit Pritschenaufbau für 2000 kg Tragkraft.

Langjährige Erfahrungen haben erwiesen, daß bei der unmittelbaren Uebertragung der drehenden Bewegung des Elektromotors auf die Laufräder, zumal bei der Güte der verwendeten Baustoffe, ein außerordentlich geringer Verschleiß der Antriebsteile auftritt. Durch das gleichmäßige und stoßfreie Anfahren beim elektrisch angetriebenen Fahrzeug werden die Triebwerksteile und die Bereifung sehr geschont, was besonders für die Lebensdauer der Reifen von Bedeutung ist. In staatlichen sowie privaten Großbetrieben ist festgestellt worden, daß die Betriebs- und Unterhaltungskosten für Elektrokarren unter Berücksichtigung der Ladestation fast nur die Hälfte derjenigen für sonstige Kraftfahrzeuge betragen, wobei schon berücksichtigt ist, daß die Anschaffungskosten für das Elektrofahrzeug einschließlich Batterie höher liegen.

Für den Stadtverkehr ist der Elektro-Führersitzkarren (Abb. 1), der für 2000 und 3000 kg Tragkraft lieferbar ist, das geeignete Fahrzeug. Es entwickelt eine Geschwindigkeit in der Ebene bis zu 25 km/h und kann mit jedem gewünschten Aufbau ausgerüstet werden.

Aber auch im Werkstättendienst ist der Elektrokarren nach wie vor unentbehrlich; keineswegs kann er etwa durch handbetätigte Karren und Wagen ersetzt werden. Die ungefähr dreifache Geschwindigkeit des Elektrokarrens gegenüber dem Handfahrzeug bringt die erforderliche Beschleunigung in den Fertigungsfluß, die es vielfach nur ermöglicht, die Arbeiten fristgerecht zur Durchführung zu bringen. Vielfach wird es auch im Hinblick auf die beengten Förderwege gar nicht möglich sein, die gegebenenfalls erforderliche Zahl von Handfahrzeug-Kolonnen in den Werkstätten anzusetzen. Außerdem können schwere Lasten in vielen Fällen von Handfahrzeugen überhaupt nicht befördert werden, während der Elektrokarren-Fahrer Lasten von 2000 oder 3000 kg, je nach der Tragfähigkeit des Karrens, ohne Schwierigkeiten auch durch die engen Werkstätten befördert.

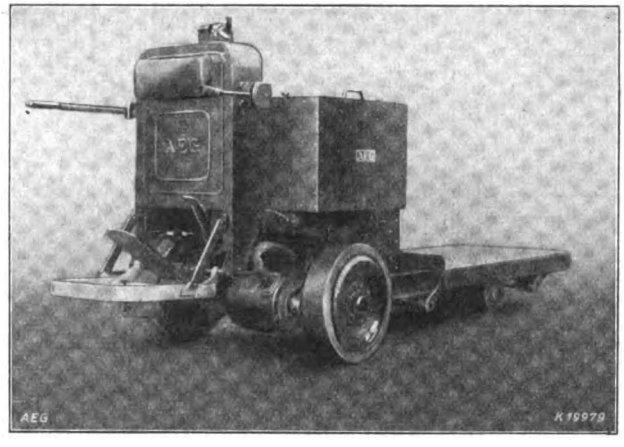


Abb. 2.
AEG-Elektrohubkarren mit Vierradlenkung für 3000 kg Tragkraft.

Für den Werkstättendienst ist der Elektrokarren mit Führerstand und einer Tragfähigkeit bis zu 3000 kg besonders geeignet. Auch der Elektrohubkarren mit niedriger, heb- und senkbarer Plattform (Abb. 2), der für das Aufnehmen und Abgeben der Last ganz kurze Zeiten benötigt, hat sich in der Industrie in immer stärkerem Maß eingeführt.

Digitized by Google

Diplom-Ing.

Arier, mit mehrjähriger Praxis in leitender und selbständiger Stellung einer Fabrik des Kleinapparatebaues, sucht neuen Wirkungskreis. Ist allen Anforderungen einer energischen und zielbewußten techn. Leitung gewachsen. Erfinderische und organisatorische Erfolge selbstverständlich. Beste Referenzen. Angebote unt. **E. 3826** an die Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9, erb.

Oberingenieur

langjährige Erfahrung in leitender Stellung in der Entwicklung, dem Bau und der Montage von **Quecksilberdampf-Großgleichrichtern** sowie in der Projektierung und Montage von Zentral- u. Schaltanlagen, viele Jahre im Auslande tätig, sucht gestützt auf erstklassige Zeugnisse anderweitigen Wirkungskreis im In- oder Auslande. Angebote erbeten unt. **E. 3835** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W9.

Elektroingenieur

26 J., Absolv. höh. techn. Lehranst., Handwerksmeisterprüfung Berlin, mehrj. Erfahr. auf dem Gebiete d. Starkstromtechnik, insbesondere der Installation, sucht entwicklungsf. Stellg. im Betrieb oder Laboratorium. Offert. unter **E. 3841** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W9, erb.

Führende elektrotechnische Fabrik

die in der Hauptsache Radio-Einzelteile herstellt, sucht schöpferisch und erfinderisch begabte **Konstrukteure,** die vertraut sind mit der Herstellung von Transformatoren, Drehkondensatoren, Wickelkondensatoren, Schaltern usw. — Angebote mit Lebenslauf u. Lichtbild, Angabe der Gehaltsansprüche und des frühesten Eintrittermins unter **E. 3809** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Elektrotechnische Spezialfabrik, die vorwiegend Schalter und Steckdosen als Qualitäts-Erzeugnis herstellt, sucht einen

strebsamen, jüngeren Mitarbeiter

der das gesamte Inland bereisen soll. Bedingung ist, daß der betreffende Herr b. den in Frage kommenden Abnehmerkreisen eingeführt ist. Es werden nur Bewerber berücksichtigt, die Erfolge nachweisen können.
Bewerbungen mit Zeugnisabschriften, Lichtbild und Gehaltsansprüchen unter **E. 3835** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Großfirma der Elektrotechnik sucht zum baldigen Eintritt

selbständigen Konstrukteur

für

elektrische Großküchenapparate

ferner einen

Konstrukteur

für

elektrische Heiz- und Kochapparate

insbesondere Kleingeräte.

Erforderlich sind gute konstruktive Begabung und mehrjährige Konstruktionspraxis auf diesen Spezialgebieten. Ausführliche Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Lichtbild sowie Angabe der Gehaltsansprüche und des frühesten Eintrittstermins erbeten unter **E. 3832** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Berliner Elektrogroßfirma

sucht

Ingenieur

für Büro und Akquisition

möglichst mit Erfahrungen in Schaltuhren

Ausführliche Offerten mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Photo erbeten unter **E. 3830** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Reise-Elektroingenieur

i. Deutschland studiert, perfekt i. französisch u. deutsch, mit eigenem Auto, in Ostfrankreich tätig und gut eingeführt, sucht **Vertretung** leistungsfähig. Firmen in elektr. Apparaten und Materialien.

Angebote erbeten unter **E. 3833** an die Anzeigen-Abteilung d. ETZ, Berlin W 9.

Die Inhaber des

D. R. Patents 486 510

betreffend: **„Elektrischer Schalter mit selbsttätiger Ausschaltung und Wiedereinschaltung"** suchen Interessenten zur Übernahme der Fabrikation, evtl. Lizenznehmer.

Anfrag. unt. **B. N. T. 5740** an **Ala-Berlin W 35.** [3837]

Zu kaufen gesucht:

Bandwickelmaschinen

zum Umwickeln von Leitungsdräht., Schnellflechtmaschinen, Kordelklöppelmaschinen.
Off. u. **E. 3834** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erb.

Mancher war schon froh

erst eine „Kleine Anzeige" aufgegeben zu haben, ehe er zu anderen kostspieligen Maßnahmen griff. Der Erfolg der „Kleinen Anzeigen" steht meist im umgekehrten Verhältnis zu ihrer Größe und ihrem billigen Preis. Darum sollten auch Sie sich in allen vorkommenden Fällen d. „Kleinen Anzeigen" in der ETZ bedienen.

Erster Buchhalter

gesucht für die Gesamtbuchhaltung unserer Gas-, Elektrizitäts-, Wasser- und Kanalwerke. Baldiger Eintritt erwünscht. [3840]

Bewerbungen mit Gehaltsansprüchen einzureichen an

Städtische Werke Marienburg Wpr. G.m.b.H.

Technisch gebild. Elektro-Kaufmann

mögl. ledig u. mit Sprachkenntn., wird von Spezialfabrik b. Stellung einer Barinteressenteinlage von RM 20 000, die sichergest. wird, sofort entwicklungsreiche Position als Mitarbeiter im Außendienst (In- u. Ausld.) geboten.
Handschriftl. Off. m. Lichtbild, Kapitalnachw., u. **E. 3828** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erb.

Junger

Radiotechniker

oder **Ingenieur** m. gutem, flüssigem Briefstil zur **Erledigung allgemeiner technischer Korrespondenz** der Reparatur- und Kundendienst-Abteilung einer süddeutschen Radio-Apparate-Fabrik per sofort gesucht.
Bewerbungen mit Lebenslauf, Bild, Gehaltsangaben unt. **E. 3827** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbeten.

Wir suchen für die Leitung eines elektrischen Prüfamtes, das neu eingerichtet werd. soll, einen

Diplom-Ingenieur

Es wollen sich nur solche Herren melden, die auf dem Gebiete des Zählerwesens bereits reiche Erfahrungen besitzen.

Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen
Aktiengesellschaft
Dortmund [3829]

Vertreter welche gute Beziehungen zu Elektrizitätswerken haben für gut eingeführte Artikel gesucht für folgende Bezirke: südliches Baden, Hannover, Mecklenburg, Groß-Berlin, Niederschlesien, Ostpreußen. Offerten unter **E. 3838** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Elektrotechnische Fabrik Westdeutschlands sucht zwecks Aufnahme der Fabrikation von

Dreh- und Kippschaltern

Anschluß an Schalterfabrik evtl. Kauf guter VDE-Konstruktionen. — Zuschriften erbeten unt. **E. 3839** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Fortsetzung auf Seite 16.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 21. Dezember 1933** **Heft 51**

Zur Beachtung.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat seine Satzung dem Führergedanken entsprechend geändert; sie wird in ihrem neuen Wortlaut in diesem Heft auf S. 1247 zur Kenntnis gebracht.

Zur Frage der Lebensdauer der Kommutatoren und Kohlebürsten.

Von **L. Zilken**, Mehlem/Rhein.

Übersicht. Im nachfolgenden wird auf Grund eingehender praktischer Versuche bewiesen, welche zerstörende Wirkung ungereinigte Kühlluft bei schnellaufenden Dynamos und gekapselten Motoren auf die Lebensdauer der Kommutatoren und Kohlebürsten hat.

In neuzeitlichen elektrischen Kraftwerken, aber auch bei Straßenbahnbetrieben wird in vielen Fällen stark riefiger Angriff der Kommutatoren, Zerstörung der Bürstenlaufflächen und seitliches Ausbrechen der Bürstenflächen beobachtet. Findet man keine Erklärung für diesen unerwünschten Zustand, so sagt man, die Kohlebürste ist ungeeignet, kommt aber trotz Ausprobe anderer Sorten und durch Wechsel des Lieferers in den meisten Fällen nicht zum Ziel. Im folgenden soll nun der Nachweis erbracht werden, daß nicht die Kohlebürsten die „Ursache" der Zerstörung der Kommutatoroberflächen und der Bürsten sind, sondern die Luftführung bzw. Kühlung derartiger Maschinen diesen so unerwünschten Zustand schafft.

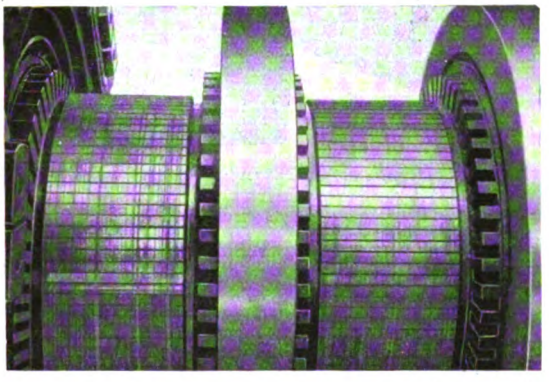


Abb. 1. Kommutatorzustand vor Verbesserung der Luftzuführung.

Im Kraftwerk einer neuzeitlich ausgebauten Grubenanlage sind 2 Turbosätze gleicher Leistung und Anordnung in Betrieb. Leistung der Generatoren: je 36 000 kW bei $n = 3000$ U/min; zugehörige Erregermaschine: Leistung je 77 kW bei $n = 3000$; Kommutator-Umfangsgeschwindigkeit $v = 44$ m/s. Die Kommutatoren dieser Erregerdynamos sind seit ihrer Inbetriebnahme mit Ringsdorff-Edelkohlen „8618" bestückt. Trotz elektrisch einwandfreien Laufes machte der Betrieb die Beobachtung, daß nach Überholung der Kommutatoren schon nach etwa 8 Monaten Betriebszeit die inneren Kommutatorhälften der zweiteiligen Kommutatoren stark riefigen Angriff bei hohem Gesamtverschleiß aufwiesen, während die äußeren Kommutatorhälften einwandfrei blieben.

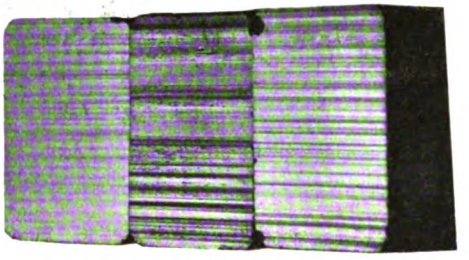


Abb. 2. Zustand der Bürsten als Spiegelbild der Kommutatoroberfläche.

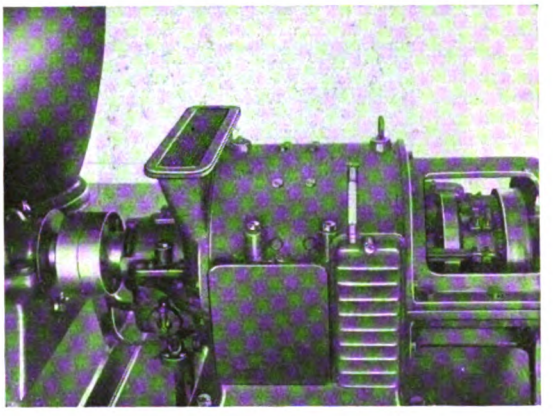


Abb. 3. Ursprüngliche Lüftungsausführung.

Die Bürstensätze, beide aus gleicher Lieferung und in gleicher Qualität, wiesen an den Laufflächen das Spiegel-

Digitized by Google

bild der Oberflächen des Kommutators auf, bei sehr hohem, ungleichem Verschleiß auf den inneren Hälften, nicht aber auf den äußeren Hälften. Abb. 1 zeigt den geschilderten Zustand. Abb. 2 zeigt den Zustand der Bürstenlaufflächen der auf der inneren Hälfte angeordneten Bürsten der Reihe nach von innen nach außen.

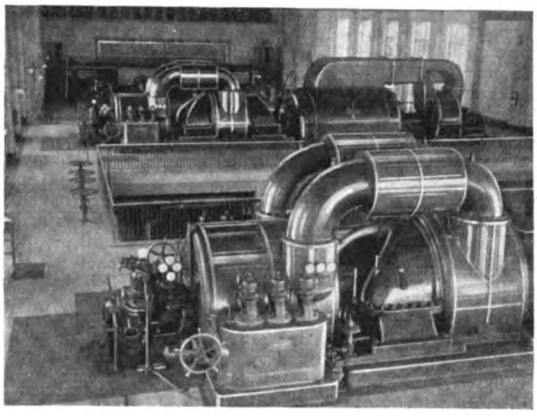


Abb. 4. Kraftwerk.

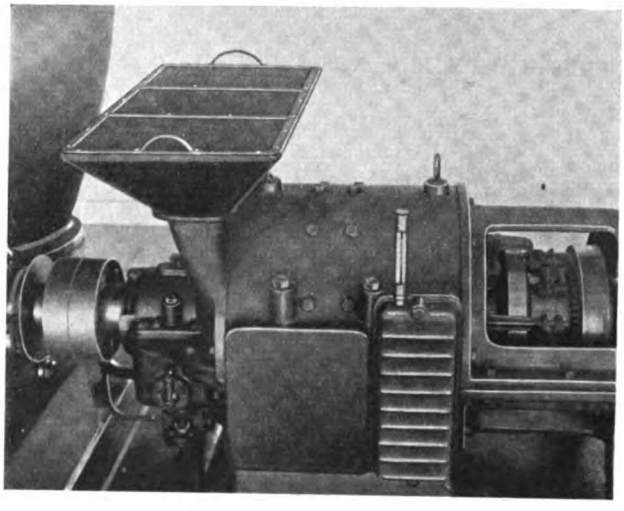


Abb. 5. Neue Ventilationsanordnung.

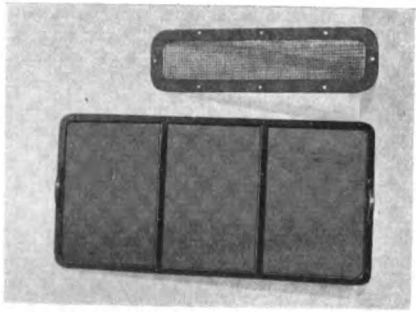


Abb. 6. Ventilationsabdeckung, alte und neue Ausführung.

Auswechseln der Bürstenbestückung der äußeren gegen die inneren Hälften hatte immer das gleiche Ergebnis. Das bestätigte die Beobachtung in anderen Fällen, daß hier nicht die Bürstenqualität, sondern die Auswirkung der Ventilation die Ursache der Schwierigkeiten war.

Abb. 3 zeigt die Ventilationsausführung der in Frage kommenden Erregerdynamos, Abb. 4 das Kraftwerk. Bei Abb. 3 sind die weiten Maschen des Drahtgeflechtes am Saugstutzen gut zu sehen.

Als Versuch wurde auf den Vorschlag des Verfassers im Betrieb beschlossen, unter entsprechender Vergrößerung der Oberfläche des Saugstutzens an einer Maschine sehr feinmaschiges Drahtgeflecht zur Filterung der angesaugten Luft einzubauen. Gleichzeitig wurden die Kommutatoren überholt und die Laufflächen der gleichen Bürsten sauber glatt eingeschliffen. Abb. 5 zeigt die Ausführung der neuen Anordnung.

In Abb. 6 ist die leicht auszubauende Abdeckung des Saugstutzens in alter und neuer Ausführung ersichtlich. Der Maschinensatz blieb unter ständiger Beobachtung der Temperatur, des Filtereinsatzes und dergleichen ununterbrochen unter sonst gleichen Raumbedingungen wie vordem 6 Monate in Betrieb. Während vorher im gleichen Zeitraum die eingangs erwähnten Zerstörungen längst vorhanden waren, blieben diese nun völlig aus. Kommutatoroberfläche und Bürstenlaufflächen blieben einwandfrei. Verschleiß der Bürsten war kaum wahrnehmbar.

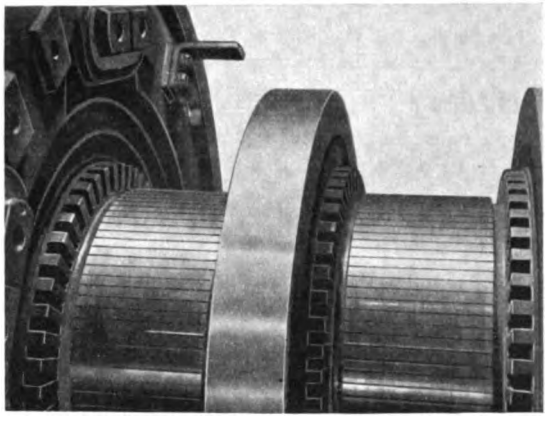


Abb. 7. Kommutatorbefund nach der Verbesserung.

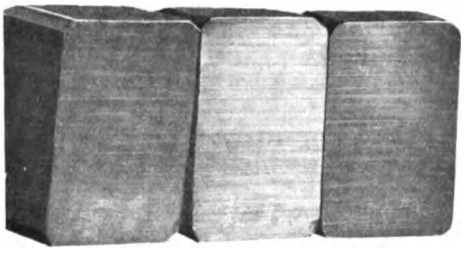


Abb. 8. Zustand der Bürsten nach der Verbesserung.

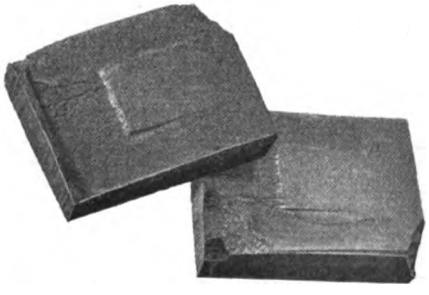


Abb. 9. Einwirkung auf die Bürsten bei Straßenbahnmotoren.

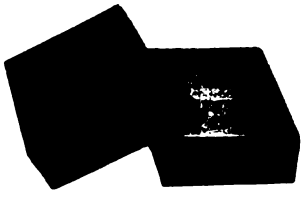


Abb. 10. Bürste „RP5H".

Abb. 7 zeigt den Kommutatorbefund nach diesen 6 Monaten Betriebszeit. Man vergleiche hiermit den Befund vor der Verbesserung, Abb. 1.

In Übereinstimmung mit dem Befund des Kommutators sind nun auch die Bürstenlaufflächen als Spiegelbild des Kommutators besonders gut (Abb. 8), die Schwierigkeiten sind behoben.

Ein Vergleich gegen die Bürstenlaufflächen vorher (Abb. 2) zeigt überzeugend den Unterschied des verbesserten Zustandes. Das gute Ergebnis des Versuches an der ersten Maschine veranlaßte den Betrieb, die Änderung sofort an der zweiten Erregerdynamo gleichfalls einzubauen. Seither kennt man weder Bürsten- noch Kommutatorschwierigkeiten.

Digitized by Google

Die im vorstehenden geschilderte Erfahrung kann man in ähnlicher Form bei Einankerumformern, Motorgeneratoren usw. mit hoher Umlaufzahl machen. Bei zwei- oder dreiteilig geschrumpften Kommutatoren derartiger Maschineneinheiten zeigen die Oberflächen der einzelnen Hälften dann mehr oder minder kraß alle das gleiche Flächenbild, wie es Abb. 1 und 2 darstellen.

Sehr unangenehme Erfahrungen machen Straßenbahnbetriebe mit ventiliert gekapselten Motoren. Hier wird stets die Seitenfläche der Bürste zerstört, welche der Ventilationsluft zugekehrt ist, während die entgegengesetzte Fläche einwandfrei bleibt. Abb. 9 stellt einen derartigen Befund dar. Wie man sieht, ist nicht nur die Seitenfläche, sondern auch die Lauffläche stark mitgenommen. Es handelt sich hier um die Straßenbahn einer Großstadt des Auslandes mit deutscher Wagenausrüstung. Auch hier sollte die Kohlebürste Ringsdorff Qualität „RP5H" die Ursache der Schwierigkeiten sein (Abb. 10). Der Nachweis, daß dieses nicht der Fall war, konnte leicht erbracht werden. Ebenso lehrreich war ein Fall bei der Straßenbahn einer deutschen Großstadt. Hier wurde nur die Seitenfläche der Bürstenqualität „RP5H" an der der einfallenden Luft zugekehrten Seite zerstört, während die Laufflächen der Bürsten einwandfrei blieben, vgl. Abb. 10. Dieses sind nur einige Fälle unter vielen herausgegriffen. Nach entsprechend konstruktiver Änderung der Luftführung bei Entwicklung der Maschinen dürfte sich für die Folge der geschilderte Übelstand vermeiden lassen.

Selbsterregung von Synchronmaschinen mittels gittergesteuerter Gleichrichter.

(Mitteilung aus dem elektrotechnischen Laboratorium der T. H. Berlin.)

Von **H. J. Mohr**, Berlin.

Übersicht. Nach einer einleitenden Erklärung des Begriffes „selbsterregte Drehstrom-Synchronmaschine" wird zunächst gezeigt, wie der zeitliche Verlauf des Erregerstromes zu berechnen ist. Hieraus wird die „Gleichrichtergerade" des Erregerkreises entwickelt, welche die Erörterung des Verhaltens der Maschine im Betrieb ermöglicht. Zum Schluß wird von Versuchen berichtet, welche die aufgestellten Rechnungen bestätigen.

Bisher werden in der Regel die Drehstrom-Synchronmaschinen „fremd"- oder „eigen"-erregt, d. h. zur Erregung des Polrades wird eine besondere Gleichstromquelle (Erregermaschine oder Batterie) benutzt. Im folgenden soll nun über Versuche mit einer „selbst"-erregten Drehstrom-Synchronmaschine berichtet werden, welche einer solchen Gleichstromquelle nicht bedarf.

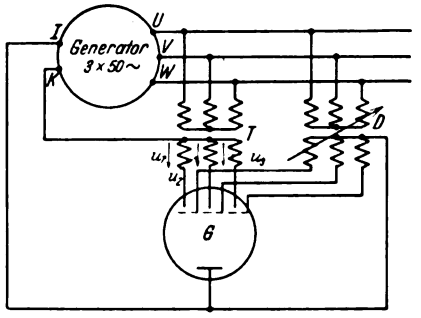


Abb. 1. Grundsätzliche Schaltung der selbsterregten Drehstrom-Synchronmaschine.

Um an Bekanntes anzuknüpfen, denke man an den Selbsterregungsvorgang einer Gleichstrom-Nebenschlußmaschine: Hier wird die ursprünglich erzeugte Wechselspannung durch den Stromwender (Kommutator) gleichgerichtet und mit dieser Gleichspannung das eigene Magnetfeld erzeugt. Bei der selbsterregten Drehstrom-Synchronmaschine wird ganz ähnlich die Erregerspannung von den Drehstromklemmen abgenommen, wobei aber der rotierende Stromwender der Gleichstrommaschine zweckmäßig durch einen ruhenden Gleichrichter ersetzt wird. Besonders interessant erscheint der Versuch, zu dieser Gleichrichtung gittergesteuerte Quecksilberdampf-Gleichrichter zu verwenden. Hierbei ist neben der schon erwähnten Unabhängigkeit von fremden Gleichstromquellen u. a. folgender Vorteil zu erwarten: Die auf diese Weise selbsterregte Synchronmaschine kann sehr leicht mit selbsttätiger Spannungsregelung versehen werden. Diese erfolgt über die Gittersteuerung des Gleichrichters. Da hierzu nur sehr geringe elektrische oder mechanische Energie gebraucht wird, kann man so z. B. die Erregung der Maschine in Abhängigkeit vom Belastungstrom, vom Leistungsfaktor der Maschine oder dgl. ändern. Insbesondere kann man daran denken, bei Störungsvorgängen im Netz je nach den vorliegenden Betriebserfordernissen die Maschine schnell aufzuerregen (Stabilität des Parallelarbeitens) oder rasch zu entregen (Kurzschluß, Windungsschluß).

Die grundsätzliche Schaltung der selbsterregten Drehstrom-Synchronmaschine zeigt Abb. 1. Über den Transformator T, der gegebenenfalls Spannung oder Phasenzahl oder beides verändern kann, gelangt die Maschinenspannung zum Gleichrichter G. Die von diesem gleichgerichtete Spannung liegt dann an der Erregerwicklung IK. Der Gleichrichter wird durch Phasenverschiebung der Gitterspannung gegenüber der Anodenspannung durch den Drehregler D gesteuert[1].

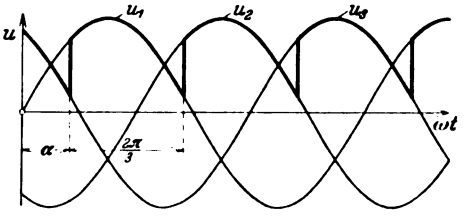


Abb. 2. Zeitlicher Verlauf der sekundären Transformatorspannungen bei dem Zündwinkel α.

Um nun den zeitlichen Verlauf des Stromes in der Erregerwicklung rechnerisch zu ermitteln, geht man von der Abb. 2 aus. Es ist hier der zeitliche Verlauf der sekundären drei Phasenspannungen u_1, u_2 und u_3 des Transformators T aufgezeichnet. Die Gittersteuerung sei so eingestellt, daß beispielsweise der Anodenarm der Phase U, an dem die Spannung $u_1 = u_{max} \sin \omega t$ liegt, um den Winkel α nach Nulldurchgang von u_1 zündet. Dann zeigt der zeitliche Verlauf der Spannung an der Erregerwicklung den stark ausgezogenen Verlauf. Man sieht daraus, daß man die Rechnung nur für das Zeitelement $\alpha < \omega t < (\alpha + 2\pi/3)$ durchzuführen braucht, da sich nach dem Zünden des nächsten Anodenarmes — mit der Spannung u_2 — das Spiel wiederholt.

Die nähere Überlegung läßt erkennen, daß man zwei verschiedene Betriebsarten zu unterscheiden hat. Entweder brennt stets einer der Gleichrichterarme, so daß der Erregerkreis dauernd (kontinuierlich) gespeist wird. Oder aber die Speisung des Erregerkreises erfolgt durch einzelne Stromstöße, die durch stromlose Pausen deutlich voneinander getrennt sind. Die analytische Untersuchung zeigt, daß für dreiphasige Gleichrichter bei genügend großer Zeitkonstante der Erregerwicklung der erste Betriebszustand bei Zündwinkeln $\pi/6 < \alpha < 2\pi/3$ eintritt, während bei Zündwinkeln $2\pi/3 < \alpha < 5\pi/6$ der Erregerstrom nur noch stoßweise fließen kann. Da aus betrieblichen Gründen eine solche „Stoßerregung" zu vermeiden ist, wird im folgenden nur eine Durchrechnung des erstgenannten Betriebsfalles wiedergegeben.

Man kann ohne Beschränkung der Allgemeingültigkeit voraussetzen, daß gerade der Anodenarm U (nach Abb. 1) gezündet hat. Der Erregerstrom i_e wird dann von der Phasenspannung $u_1 = u_{max} \sin \omega t$ (ω Kreisfrequenz der Synchronmaschine) erzeugt, so daß er bei einer Induktivität L und einem Widerstand R der Erregerwicklung der Differentialgleichung

$$L \frac{di_e}{di} + R\, i_e = u_{max} \sin \omega t; \quad \alpha < \omega t < \left(\alpha + \frac{2\pi}{3}\right) \quad (1)$$

[1] Zum Verständnis der Vorgänge im gittergesteuerten Quecksilberdampf-Gleichrichter vgl. z. B. O. K. Marti u. Winograd, Stromrichter. Verlag Oldenbourg, München u. Berlin 1933. Dort ist auch zahlreiche weitere Literatur über dies Gebiet angegeben. — Siehe weiterhin ETZ 1932, H. 32.

Digitized by Google

genügt. Der Erregerstrom besteht hiernach aus einem Wechselstrom, welcher um den Winkel $\varphi = \text{arc tg}\,\omega L/R$ gegen u_1 verspätet ist, und einem exponentiell mit der Zeitkonstante $T = L/R$ abklingenden freien Strom:

$$i_e = \frac{u_{max}}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} \sin(\omega t - \varphi) + B\, e^{-\frac{t}{T}}. \qquad (2)$$

Die Integrationskonstante B ergibt sich aus der Voraussetzung des eingeschwungenen Zustandes: Im Zündmoment des Gleichrichterarmes V liegen die gleichen Bedingungen vor wie im Zündmoment des Armes U, so daß der Strom i_e zur Zeit $\omega t = \alpha$ den gleichen Wert haben muß wie zur Zeit $\omega t = (\alpha + 2\pi/3)$.

Im allgemeinen ist nun in Gl. (2) $R < \omega L$, es überwiegt das exponentiell verlaufende Schaltglied, und der zeitliche Verlauf des Erregerstromes verschleift sich infolge der großen Induktivität für alle $\pi/6 < \alpha < 2\pi/3$ zu einer Geraden. Der in Abb. 3 dargestellte Verlauf des Erregerstromes ist auf diese Weise berechnet. Die maximale Schwankung infolge des Wechselstromgliedes beträgt in diesem Falle z. B. für $\alpha = \pi/2$ nur 0,5 %.

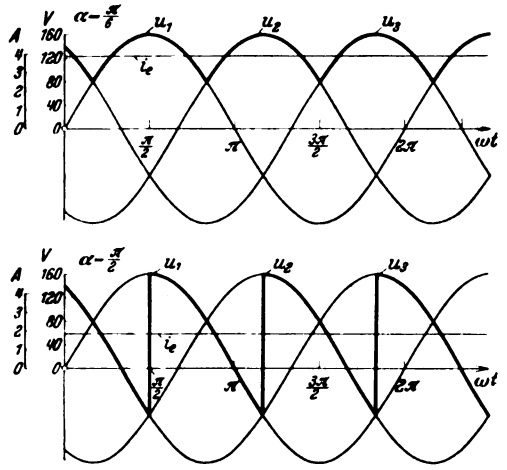


Abb. 3. Zeitlicher Verlauf des Erregerstromes für $\alpha = \pi/6$ und $\alpha = \pi/2$, berechnet mit den Daten der untersuchten Maschine ($R = 34\ \Omega$, $L = 20$ H, $f = 50$ Hz, $u_{max} = 160$ V).

Dieses Ergebnis gestattet eine etwas andere Deutung, wenn man von Anfang an den eingeschwungenen Zustand als den natürlichen betrachtet. An der Erregerwicklung liegt dann eine periodische Spannung, die man sich aus einer Gleichspannung u_g und einer Wechselspannung von verwickelter Kurvenform zusammengesetzt denken kann. Beide Spannungskomponenten treiben — unabhängig voneinander — ihre Teilströme durch die Erregerwicklung. Deren große Induktivität bewirkt, daß der Strom der

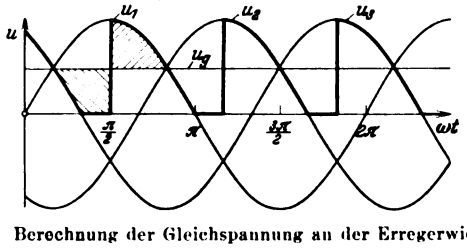


Abb. 4. Berechnung der Gleichspannung an der Erregerwicklung für $\alpha = \pi/2$.

Wechselspannungskomponente vernachlässigbar klein wird. Der durch die Gleichspannungskomponente hervorgerufene Strom, der das Feld in der Maschine aufbaut, hängt aber nur von dem ohmschen Widerstand R der Erregerwicklung ab und ist also mit dem Mittelwert der Spannungskurve gegeben, so daß es lediglich auf die Berechnung dieses Mittelwertes ankommt. In Abb. 4 ist diese Mittelwertbildung beispielsweise für $\alpha = \pi/2$ durchgeführt.

Um das Verhalten des Erregerkreises bei allen Betriebszuständen der Maschine zu übersehen, bildet man auf dem geschilderten Wege den Spannungsmittelwert u_g für verschiedene Maschinenwechselspannungen u_w bei verschiedenen Zündwinkeln α. Gleichzeitig läßt sich bei dieser Rechnung der Spannungsabfall im Gleichrichter, der bei der analytischen Rechnung der Einfachheit halber fortgelassen war, berücksichtigen. Man zieht zu diesem Zweck von der gelieferten Wechselspannung den — für alle Belastungen praktisch konstant bleibenden — Spannungsabfall ab und führt die erwähnte Mittelwertbildung an den so umgezeichneten Spannungskurven durch. Abb. 5 zeigt das so gefundene Kennlinienfeld $u_g = f(u_w)$ mit α als Parameter. Bei bekanntem Widerstand R der Erregerwicklung läßt sich mit $u_g = R i_e$ der Ordinatenmaßstab von Abb. 5 auf i_e umrechnen. Für die gegebenen Verhältnisse ist das in Abb. 6 geschehen; der Kürze halber sollen diese Kennlinien $u_w = f(i_e)$ wegen ihres nahezu geradlinigen Verlaufes als „Gleichrichtergeraden" bezeichnet werden. Man beachte, daß die Gleichrichtergeraden bei verschwindendem Erregerstrom (in Abb. 6 Punkt B) mit einer endlichen Spannung Δu beginnen, welche dem Spannungsabfall im Gleichrichter entspricht.

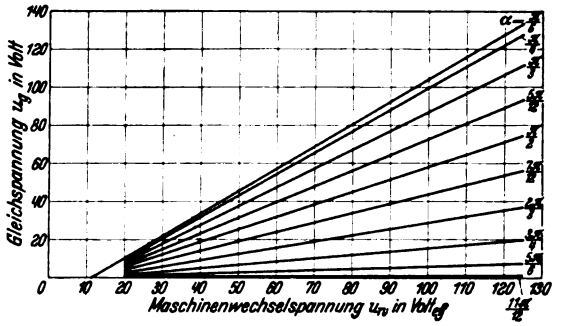


Abb. 5. Zur Berechnung der „Gleichrichtergeraden".

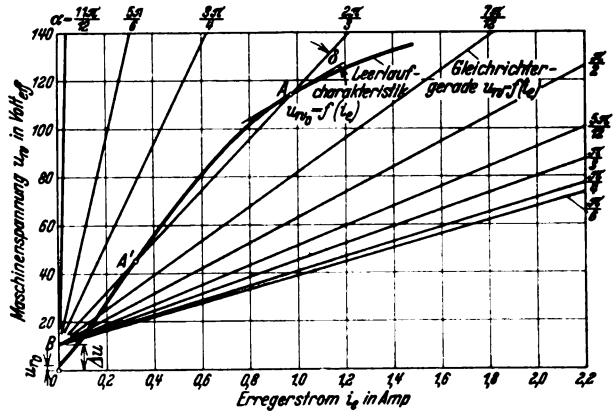


Abb. 6. Zur Erörterung der Betriebsverhältnisse der selbsterregten Drehstrom-Synchronmaschine.

Ist die Erregerleistung der Maschine klein im Verhältnis zu ihrer Nennlast — was bei größeren Maschinen wohl immer der Fall ist —, so kann man durch Einzeichnen der Leerlauf-Kennlinie $u_{w_0} = f(i_e)$ in das Schaubild der Gleichrichtergeraden sogleich den stationären Zustand konstruieren. Hierbei müssen nämlich die beiden Spannungen u_w und u_{w_0} einander gleich sein. Der stationäre Zustand ergibt sich somit als Schnittpunkt der Leerlauf-Kennlinie mit der Gleichrichtergeraden (für den eingestellten Zündwinkel α). In Abb. 6 ist dies beispielsweise für $\alpha = 2\pi/3$ durchgeführt.

Liegt die remanente Spannung u_{r_0} der Maschine unter der Anfangspannung Δu der Gleichrichtergeraden, so ergibt das Schaubild zwei Schnittpunkte, von denen der untere (A') ein labiles und der obere (A) ein stabiles Gleichgewicht darstellt. Das Schaubild der Abb. 6 gestattet also über die Feststellung der Gleichgewichtslage hinaus eine Beurteilung der Stabilitätsverhältnisse sowie die Berechnung der Auferregungs- und der Regelungszeiten[2]. Insbesondere ist eine selbständige Auferregung nur möglich, wenn die remanente Maschinenspannung u_{r_0} größer als die Anfangspannung Δu ist. Die Stabilität des Punktes A hängt ebenso wie die Regelungszeit im wesentlichen von dem Schnittwinkel δ der beiden Kennlinien ab in dem Sinne, daß mit wachsendem δ die Sta-

[2] Vgl. R. Rüdenberg, Elektrische Schaltvorgänge und verwandte Störungserscheinungen in Starkstromanlagen, Verlag Julius Springer, Berlin 1923. Dort ist die gleiche Überlegung für Gleichstrom-Nebenschlußmaschinen durchgeführt worden.

Digitized by Google

bilität größer und die Regelungszeit kleiner wird. Auf Grund dieser Tatsachen ist also schon bei der Konstruktion der Maschine zu überlegen, ob sie in der Regelungszeit „hart" oder „weich" sein soll usw.; das ist besonders bei Parallelbetrieb wichtig.

Die so geschilderten Verhältnisse wurden an einer Drehstrom-Synchronmaschine (120 V, 24 A, 5 kVA, 1500 U/min, $2p = 4$, 50 Hz, 120 V Erregung) experimentell geprüft. Als Gleichrichter wurden drei einanodige Entladungsgefäße (Thyratrons)[3] verwendet, deren innerer Spannungsabfall rd. 15 V betrug. Die Schaltung wurde nach Abb. 1 ausgeführt. Da jedoch (nach Abb. 6) eine selbsttätige Auferregung nicht möglich war, mußte zur Überwindung der Anfangspannung eine Zusatzspannung in Form einer Akkumulatorenbatterie (parallel oder in Reihe mit dem Gleichrichter) in den Erregerkreis eingeschaltet werden. Nach — oder auch schon während — der Auferregung wurde die Batterie abgeschaltet bzw. kurzgeschlossen.

Die auf Abb. 5 und 6 rechnerisch gefundenen Ergebnisse wurden durch die Messungen bestätigt. Ebenso wurden mit Hilfe der Abb. 6 vorausbestimmte Auferregungs- und Regelungszeiten nachgeprüft: im Rahmen der erreichbaren Genauigkeit stimmten sie mit dem Meßergebnis überein. An Hand von Oszillogrammen ließ sich die Richtigkeit der oben dargestellten analytischen Vorausberechnung des zeitlichen Verlaufes von Erregerspannung und -strom beweisen. Obwohl die untersuchte Maschine eine für diese Zwecke ungeeignete Leerlauf-Kennlinie (s. Abb. 6) besaß, war ein stabiler Betrieb von Leerlauf bis ¾-Last[4] bei $\cos\varphi = 0{,}1$ möglich. Bei Leerlauf und Nennspannung betrug der Zündwinkel $\alpha = 110°$, bei ¾-Last und Nennspannung (18 A, $\cos\varphi = 0{,}1$) war $\alpha =$ rd. 55 °.

[3] Dankenswerterweise von der AEG zur Verfügung gestellt.

[4] Vollast konnte aus meßtechnischen Gründen nicht erreicht werden.

Das Verhalten gestreckter Erder bei Stoßbeanspruchung.

Von Dr.-Ing. V. Aigner, Berlin.

Übersicht. Die bei Blitzeinschlägen in mit Bodenseilen ausgerüstete Masten zu erwartenden Erdungswiderstände werden rechnerisch ermittelt, experimentell bestätigt und die Eignung von Bodenseilen und Banderdern für Erdungsverbesserungen klargelegt. Bodenseile besitzen einen von dem zeitlichen Verlauf des Stoßstromes abhängigen Scheinwiderstand, der für unendlich steile Wellen einem Grenzwert (Wellenwiderstand) zustrebt. Praktisch ist der Scheinwiderstand um so geringer, je größer die Dielektrizitätskonstante des Erdreichs und je geringer die Stirnsteilheit der Stoßwelle und der Bodenwiderstand sind.

Man ist zur Vermeidung rückwärtiger Überschläge bei Blitzeinschlägen in Masten allgemein bemüht, den Erdungswiderstand des einzelnen Mastes möglichst niedrig zu halten, ein Bestreben, das in Gebieten schlechter Bodenleitfähigkeit (Fels, Sand) auf Schwierigkeiten stößt. Zur Herabsetzung der Masterdungs-Widerstände können die Masten unterirdisch mit einem Bodenseil verbunden werden, das auf Grund seiner größeren Erdkapazität im Vergleich zu den oberirdischen Erdseilen einen wesentlich geringeren Wellenwiderstand haben muß, so daß es neben der gleichzeitigen Verbesserung des ohmschen Erdungswiderstandes auch für die Ableitung von Wanderwellen besonders geeignet erscheint.

Abb. 1 zeigt die der rechnerischen Behandlung zugrunde liegende Anordnung. An der Stelle $x = 0$ (Mast) erfolgt der Stromeintritt in den gestreckten Leiter vom Halbmesser r, dessen Potential innerhalb des Zylinders mit dem Halbmesser R auf Null abfällt, wobei je Längeneinheit des Seils ein Teil des Stromes in das Erdreich übertritt. Die Maxwellschen Ansätze liefern für den zeitlichen und räumlichen Verlauf der Feldstärke im Erdreich die Gleichung

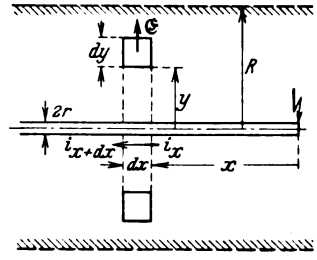


Abb. 1. Bodenseil im erderfüllten Zylinder.

$$-\frac{1}{\mu\,\mu_0}\,\frac{\partial^2 \mathfrak{E}}{\partial x^2} = \frac{1}{\varrho}\,\frac{\partial \mathfrak{E}}{\partial t} + \varepsilon\,\varepsilon_0\,\frac{\partial^2 \mathfrak{E}}{\partial t^2}. \qquad (1)$$

Diese ergibt für periodisch mit der Kreisfrequenz ω veränderliche Vorgänge mit den Grenzbedingungen, denen zufolge für den Seilanfang, d. h. $x = 0$, $\mathfrak{E} = \mathfrak{E}_A$ und $I = I_A$ sowie für $x = \infty$ $E = 0$ sein muß, für den Stromverlauf längs des Seils

$$I = I_A\,(\mathfrak{Sin}\,p\,x - \mathfrak{Co}\!\int p\,x). \qquad (2)$$

Für die Gesamtspannung des Bodenseils gegenüber der Zylinderoberfläche im Abstande R folgt

$$U = \int_r^R \mathfrak{E}\,\mathrm{d}\,y = \frac{I_A\,\mathrm{j}\,\omega\,\mu_0}{2\pi\,p}\,[\mathfrak{Co}\!\int p\,x - \mathfrak{Sin}\,p\,x]\,\ln\frac{R}{r}. \qquad (3)$$

In der Gleichung stellt der Ausdruck

$$\mathrm{j}\,\frac{\omega\,\mu_0}{2\pi\,p}\,\ln\frac{R}{r} = \mathfrak{z} \qquad (4)$$

den Scheinwiderstand des Bodenseils dar. Der Wert p in den Gl. (2) ··· (4) genügt dem komplexen Ausdruck

$$p = \sqrt{\mathrm{j}\,\omega\,\frac{\mu\,\mu_0}{\varrho} - \omega^2\,\mu\,\mu_0\,\varepsilon\,\varepsilon_0} = a\,\mathrm{j} + b. \qquad (5)$$

Hierin bedeutet ω die Ersatzkreisfrequenz für die Stirn der Stoßstromwellen, die man durch einen Teil einer Sinuswelle ersetzt denken kann. Ferner ist $\mu_0 = 4\pi\cdot 10^{-9}$ H/cm; $\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi\cdot 9\cdot 10^{11}}\,\frac{\mathrm{F}}{\mathrm{cm}}$; $\varrho =$ spezif. Bodenwiderstand in Ωcm.

Es läßt sich zeigen, daß der komplexe Scheinwiderstand z (s. Gl. 4) für höchste Frequenz ω rein reell wird. Er nimmt dann den Charakter eines ohmschen Widerstandes an. Sein Absolutwert ergibt, wenn man die Kreisfrequenz ω durch die Zeitkonstante des Stoßstromanstieges T gemäß $\omega = 1/T$ ersetzt, den einfachen Ausdruck

$$|\mathfrak{z}| = \frac{1}{2\pi}\,\sqrt[4]{\frac{\mu^2\,\mu_0^2}{\varepsilon^2\,\varepsilon_0^2 + \left(\frac{T}{\varrho}\right)^2}}\cdot\ln\frac{R}{r}. \qquad (6)$$

Aus Gl. (6) wird unmittelbar anschaulich, daß der Scheinwiderstand des gestreckten Erders mit wachsender Dielektrizitätskonstante ε, wachsender Stirnzeitkonstante der Stoßstromwelle T und sinkendem Bodenwiderstand ϱ geringer wird. Für den Permeabilitätsfaktor μ gilt, solange keine magnetisierbaren Stoffe vorhanden sind, der Wert 1. Man erkennt ferner, daß Gl. (6) sowohl für $T = 0$, d. h. unendlich steile Wellen, als auch für $\varrho = \infty$, d. h. sehr hohen Bodenwiderstand, übergeht in

$$|\mathfrak{z}|_\infty = \frac{1}{2\pi}\,\sqrt{\frac{\mu\,\mu_0}{\varepsilon\,\varepsilon_0}}\,\ln\frac{R}{r}, \qquad (7)$$

den Wellenwiderstand des Bodenseils. Für sehr geringen Bodenwiderstand ($\varrho = 0$) oder verschwindende Steilheit des Stromanstiegs ($T = \infty$) strebt der Scheinwiderstand dem Wert Null zu, was dem verlustlos angenommenen, unendlich langen Bodenseil entspricht. In der Tat strebt der Scheinwiderstand dem der Seillänge entsprechenden sehr geringen Gleichstromwiderstand zu.

Als günstig erweist sich gemäß Gl. (6) jedenfalls ein möglichst großer Leiterhalbmesser r, für den bei Verwendung von Flachband $B/4$ einzusetzen ist, wenn B die Breite des Bandes ist.

Erfahrungsgemäß entfallen 90 % der Spannung eines senkrecht eingetriebenen Rohrerders unabhängig vom Bodenwiderstand auf einen Bereich von etwa 1,8 ··· 3 m Halbmesser[1],[2]. Mit einem Hüllzylinder von 3 m Halbmesser

[1] Towne, Gen. electr. Rev. Bd. 35, S. 173 (1932).

[2] Ehrenburg und van Staveren, Hochsp.-Konf. Paris 1931, Bd. III, S. 115.

Digitized by Google

(R) wird demnach mit geringem Fehler der Gesamtspannungsabfall zwischen Bodenseil und Erde erfaßt. Die Dielektrizitätskonstante ε liegt für die häufigsten Bodenstoffe[3] mit Ausnahme von Wasser ($\varepsilon = 80$) zwischen 5 und 8, im Mittel bei 6.

Berücksichtigt man ferner, daß der stationäre Strömungswiderstand (Gleichstrom) eines gestreckten Leiters in einer Eingrabetiefe von 50 cm für Leiterquerschnitte von 50 und 35 mm² etwa 1,5mal so groß ist wie bei unendlicher Eingrabetiefe[4], so ergeben sich bei beiderseitiger Verlegung eines gestreckten Erders vom Mast aus für den praktisch nie auftretenden Grenzfall unendlich steiler Wellenstirn gemäß Gl. (7) Wellenwiderstandswerte von 118 ··· 124 Ω für Seilhalbmesser von 0,5 ··· 0,35 cm. Bei Verlegung des Seils in Wasser ($\varepsilon = 80$) sinken die entsprechenden Werte auf 38 ··· 40 Ω.

Setzt man diese Grenzwerte gleich 100 %, so zeigt Abb. 2 den Einfluß der Stirnsteilheit T der Stromwelle und des Bodenwiderstandes ϱ.

Aus Abb. 2 geht hervor, daß der Scheinwiderstand eines Bodenseils mit steigender Steilheit der Blitzstromwellen, d. h. sinkender Stirnzeitkonstante T, für alle Bodenwiderstände einem Grenzwert, dem Wellenwiderstand, zustrebt. Allgemein gilt, je größer die Bodenleitfähigkeit ist, bei desto höheren Stoßstromsteilheiten erreicht der Scheinwiderstand des Bodenseils den Wert seines Wellenwiderstandes. Ein Bodenseil stellt daher für mäßige Steilheiten der Blitzstromwelle und geringe spezifische Bodenwiderstände einen kleinen Widerstand dar. Mit Abnahme der Wellensteilheit tritt ein rasches Absinken des Scheinwiderstandes auf, da der Einfluß der ohmschen Ableitung des gestreckten Erders gegenüber dem Einfluß der Kapazität in den Vordergrund tritt. Der Scheinwiderstand strebt dem Werte Null zu, wenn das Bodenseil selbst verlustlos ist[5].

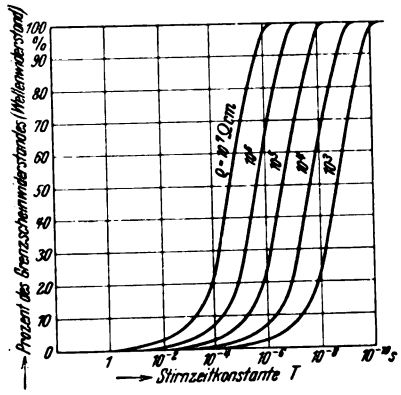


Abb. 2. Scheinwiderstand des Bodenseils in Abhängigkeit von der Stirnzeitkonstante des Stoßstromes bei verschiedenen Bodenwiderständen.

Die Verwendung eines von Mast zu Mast verlegten Bodenseils stellt daher einerseits im ohmschen Sinne eine sehr gute Erdung dar und bewirkt anderseits einen Masterdungs-Scheinwiderstand, der bei Stoßwellen größter Steilheit bei den angenommenen Verhältnissen höchstens auf etwa 1/2,5 des gewöhnlichen Erdseil-Wellenwiderstandes anwachsen kann.

Die für die Stirn einer Stoßstromwelle errechneten Scheinwiderstandswerte sinken im Bereich des flacheren Wellenrückens ab, da dessen geringerer Ersatzfrequenz ein wesentlich geringerer Scheinwiderstand zugeordnet ist. Es wird daher praktisch am getroffenen Mast nur eine sehr stark herabgesetzte Stirn der Stoßwelle übrig bleiben, die wegen ihrer geringen Höhe und der Verzögerungszeit der Isolation rückwärtige Überschläge weitgehend unterdrückt, wie amerikanische Feststellungen bestätigen[6].

Bei Sandboden wird man mit Widerstandswerten etwa zwischen $\varrho = 10^5$ und 10^6 Ωcm zu rechnen haben. Für normal feuchten Lehm oder Humus kommt etwa $\varrho = 10^4$ Ωcm in Frage. Aus Abb. 2 erkennt man, daß für $T = 10^{-6}$ s, eine Stirnzeitkonstante, die tatsächlichen Blitzstromwellen entsprechen dürfte, und für $\varrho = 10^6$, 10^5 und 10^4 Ωcm die Scheinwiderstände für die Dauer der Stoßstromstirn etwa 65, 25 und 7,5 % des theoretischen Grenzscheinwiderstandes betragen, bei einem mittleren Grenzwert von rd. 120 Ω demgemäß 78, 30 und 9 Ω. Bei heftigen Blitzschlägen wird man allerdings auch mit Stirnzeitkonstanten $T < 10^{-6}$ s und dementsprechend höheren Teilwerten des Grenzscheinwiderstandes zu rechnen haben.

Bekanntlich bestimmt der Wert a in Gl. (5) für verschiedene Frequenzen die Wellenlänge $\lambda = 2\pi/a$ der im Bodenseil auftretenden Schwingungen, der Wert b ihre Dämpfung und damit die Abnahme von Strom und Spannung längs des gestreckten Erdleiters. Beispielsweise ergibt sich für $\omega = 10^7$, $\varepsilon = 1$ und $\varrho = \infty$, d. h. für einen vollkommen isolierten, verlustlosen Leiter in Luft eine Wellenlänge von $\lambda = 188{,}5$ m. In einem verlustlosen Kabel mit $\varepsilon = 6$ sinkt die Wellenlänge auf $\lambda' = 76{,}8$ m. Bei $\varrho = 10^5$ Ω cm tritt eine weitere Absenkung der Wellenlänge auf $\lambda'' = 61{,}1$ m ein. Aus diesen Werten ergibt sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen zu 122 500 km/s im verlustlosen Kabel und zu 97 200 km/s, also etwa ⅓ Lichtgeschwindigkeit, im gestreckten Erder.

Die Dämpfungskonstante b in Abhängigkeit von Ersatzfrequenz und Bodenwiderstand zeigt Abb. 3, wobei zu berücksichtigen ist, daß der ohmsche Widerstand des Bodenseils vernachlässigt ist, der die wirkliche Dämpfung nicht auf Null sinken läßt, sie vielmehr bei hohen Frequenzen durch die Widerstandszunahme infolge Stromverdrängung über die angegebenen Werte erhöht. Immerhin ist bemerkenswert, wenn auch praktisch belanglos, daß die Dämpfung an der Stelle auf Null zurückgeht, an der der Scheinwiderstand bei den einzelnen Bodenwiderständen in den reinen verlustlosen Wellenwiderstand übergeht (vgl. Abb. 2).

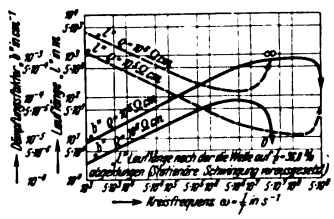


Abb. 3. Dämpfung und Lauflänge von Bodenseilwellen.

Das Absinken der Dämpfung bei sinkenden Stoßstromsteilheiten oder Ersatzfrequenzen bedeutet, daß sich der Strom auf eine große Bodenseillänge verteilt und längs dieser in das Erdreich übertritt, wobei der wirksame Scheinwiderstand nach den Kurven der Abb. 2 verläuft.

Die Zunahme der für eine bestimmte Dämpfung, d. h. Absenkung der Bodenseilwelle erforderlichen Lauflänge mit sinkender Steilheit der Stoßstromwelle zeigen in Abb. 3 die Kurven „l", die für die spezifischen Bodenwiderstände $\varrho = 10^5$ und 10^6 Ω cm die Lauflängen angeben, nach denen bei den einzelnen Steilheiten die Welle auf 1/e, d. h. 36,8 % ihres Ausgangswertes, abgeklungen ist. Man erkennt in Übereinstimmung mit amerikanischen rein experimentellen Ergebnissen[7], daß die Lauflänge um so kürzer wird, je höher die Ersatzfrequenz und je geringer der Bodenwiderstand ist, denn mit steigender Ersatzfrequenz wächst der kapazitiv abgeführte Strom, und sinkender Bodenwiderstand begünstigt naturgemäß die Dämpfung.

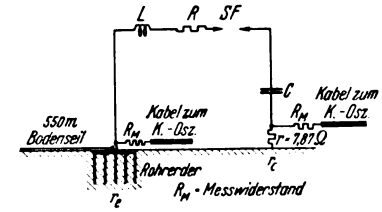


Abb. 4. Anordnung zur Untersuchung der Wirkungsweise eines Bodenseils.

Das bedeutet, daß die steile Stirn einer Stoßstromwelle schon nach wenigen Metern stark abgesenkt und verschliffen wird. Der restliche, flachere Teil, dem eine geringere Ersatzfrequenz entspricht, durcheilt bei geringen Scheinwiderstandswerten große Bodenseillängen. Sinngemäß entsprechen den steilsten Wellenstirnen die höchsten Scheinwiderstandswerte gemäß Abb. 2, da diesen steilen Wellenstirnen nur geringe Übertrittslängen vom Seil nach Erde zur Verfügung stehen.

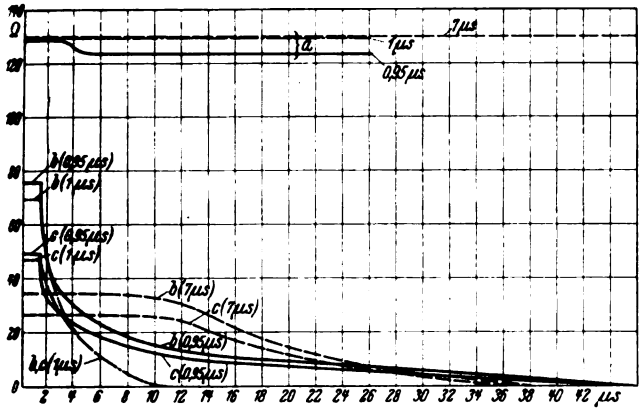
Abb. 4 zeigt den grundsätzlichen Aufbau der Versuchsanordnung zur Nachprüfung der rechnerischen Ergebnisse. Die Stoßbatterie C in Marxscher Schaltung wurde über die Spitzenfunkenstrecke SF, den Widerstand R und die Induktivität L wahlweise auf den konzentrierten Erdungswiderstand eines Mastes r_e (Rohrerder), auf die Parallelschaltung dieses Masterdungswiderstandes mit einem Bodenseil oder auch auf das Bodenseil allein entladen. Das Bodenseil, das aus 35 mm²-Kupferseil bestand, war zur Vermeidung umständlicher Erdarbeiten ohne Ein-

[3] Landolt-Börnstein, Physik.-chem. Tabellen.
[4] F. Ollendorff, Erdströme, S. 62; Berlin 1932.
[5] F. Ollendorff, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. Bd. 5, H. 3, S. 8, kommt unter Berücksichtigung des Leiterwiderstandes für Gleichstrombetrachtung zu außerordentlich kleinen Erdübergangswiderständen, so daß für die vorliegende Untersuchung näherungsweise Widerstandsfreiheit des Seils angenommen werden kann.
[6] P. N. Conwell u. C. L. Fortescue, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 49, S. 872 (1930).
[7] O. Brune u. J. R. Eaton, Experimental Studies of Lightning Surges, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 50, S. 1132 (1931).

Digitized by Google

grabung in einer Länge von rd. 550 m verlegt. Der Stoß erfolgte auf den Anfang des Seiles. Der Spannungsverlauf an der Erdung und die zugehörige Stromstärke wurden mittels eines Kathodenstrahl-Oszillographen gemessen.

Die Versuche wurden mit verschiedenen Steilheiten der Stoßwelle durchgeführt, um den Einfluß des zeitlichen Stromverlaufes auf die Größe des Bodenseil-Scheinwiderstandes zu ermitteln. Das Ergebnis der Versuche ist in Abb. 5 in Form von Kurven dargestellt, die den zeitlichen



a	konzentrierte Masterdung (Rohrerder)	$T_1 = 0{,}95\ \mu s$
b	Bodenseil allein (lose auf Erdboden verlegt)	$T_2 = 1\ \mu s$
c	Masterdung und Bodenseil parallel	$T_3 = 7\ \mu s$

Abb. 5. Verlauf des Erdungs-Scheinwiderstandes in Abhängigkeit von der Zeit für Stoßwellen verschiedener Stirnsteilheit T und Rückenlänge.

Verlauf des Erdungswiderstandes für die einzelnen Erdungsarten für Stoßstromwellen verschiedener Steilheit zeigen. Die Kurven sind in der Weise ermittelt, daß aus zeitgleichen Werten von Spannung und Strom für verschiedene Zeitpunkte der Scheinwiderstand der Erdung errechnet wurde.

Bei allen Steilheiten tritt praktisch eine zeitliche Konstanz des Widerstandes der gewöhnlichen konzentrierten Masterdung auf, deren Widerstand also von der Wellenform des aufgedrückten Stromes bei den hier vorliegenden Stoßstromsteilheiten unabhängig ist (Kurve *a*). Amerikanische Untersuchungen[8] kommen zu demselben Ergebnis, erwähnen jedoch bei hohen Spannungen eine geringe, praktisch bedeutungslose anfängliche Abnahme des Widerstandes unter dem Einfluß kleiner Fünkchen zwischen dem konzentrierten Erder und dem Erdreich. Nur der Widerstand bei $T = 0{,}95\ \mu s$ zeigt während der ersten 3 µs einen etwas höheren Wert als im späteren Verlauf. Die Widerstandsabnahme um rd. 6 Ω (4,5 % vom Endwert) ist jedoch nicht groß genug, als daß nicht auch Meßungenauigkeiten zur Erklärung herangezogen werden könnten, zumal Strom- und Spannungsmessungen an zwei aufeinanderfolgenden Tagen durchgeführt werden mußten. Übrigens läßt sich auch rechnerisch unter Berücksichtigung der räumlichen Wirbelströmung in Erde zeigen, daß selbst bei sehr hohen Steilheiten des Stoßstromanstieges der Widerstand eines Rohrerders praktisch seinem Gleichstromwiderstand entspricht[9], wenn von einer Temperaturerhöhung und Austrocknung infolge des Stoßstromes abgesehen werden kann.

Die Kurven *b* und *c* zeigen den Scheinwiderstand des Bodenseils allein (*b*) und seiner Parallelschaltung mit der gewöhnlichen Masterdung (*c*). Der Scheinwiderstand der Parallelschaltung entspricht befriedigend dem aus den Werten *a* und *b* ermittelten resultierenden Widerstand. Im Bereich der Wellenstirn des Stoßstromes ergibt sich für beide Anordnungen *b* und *c* ein praktisch konstanter „Stirn-Scheinwiderstand", dessen Höhe von der Stirnsteilheit des Stoßstroms abhängig ist.

[8] Towne, Gen. electr. Rev. Bd. 35, S. 173 (1932).
[9] F. Ollendorff, Erdströme, S. 107, 159, 164; Berlin 1932.

Z a h l e n t a f e l 1. Ergebnisse der Stoßversuche.

Es betragen bei einer Stirn-Zeitkonstante des Stoßstromes T . .	µs	1,0	0,95	7,0
a) der konstante Widerstand der gewöhnlichen Masterdung (Rohrerder)	Ω	129	129	130
b) der „Stirn-Scheinwiderstand" des Bodenseils allein	Ω	69,5	75,8	34,4
c) der „Stirn-Scheinwiderstand" der Parallelschaltung von Masterdung und Bodenseil	Ω	47	49,3	26,5
d) Verhältnis $a = \frac{\text{Bodenseil-Stirn-Scheinwiderst.}}{\text{Widerst. d. gew. Masterdung}}$	$a = b/a$	0,54	0,59	0,265
e) Verhältnis a'*) bei doppelseitiger Bodenseilverlegung	$a' = b/2\,a$	0,27	0,295	0,1325
f) Verhältnis a'' bei doppelseitiger Verlegung in 50 cm Tiefe	$a'' \approx 0{,}75\,a'$	0,2	0,22	0,099

* Bei auf der Erdoberfläche lose verlegtem Bodenseil.

Aus Zahlentafel 1 erkennt man deutlich das Anwachsen des Bodenseil-Stirn-Scheinwiderstandes mit wachsender Stirnsteilheit des Stoßstroms. Der Bodenseil-Scheinwiderstand sinkt im Gegensatz zum Widerstand des Rohrerders mit fallendem Wellenrücken stark ab (Abb. 5), so daß die Spannung am Bodenseil je nach Art der Stoßwelle während einer Zeit bereits auf Null gesunken sein kann, die etwa der Halbwertdauer[10] der Spannungswelle an der gewöhnlichen Masterdung entspricht, wie Abb. 6 für $T = 1\ \mu s$ beispielsweise zeigt.

Es bleibt daher bei Verwendung eines Bodenseils im wesentlichen eine stark gedrückte und verkürzte Spannungspitze am Mast übrig, wodurch die Spannungsbeanspruchung der Phasenisolation sowohl hinsichtlich Höhe als auch Dauer gegenüber den Verhältnissen bei gewöhnlicher Masterdung wesentlich herabgesetzt wird. Legt man einem Vergleich rechnerischer (Abb. 2) und experimenteller Ergebnisse einen spez. Bodenwiderstand von $8{,}5 \cdot 10^4\ \Omega$ cm zugrunde, der etwa dem bei den Versuchen vorliegenden Sandwaldboden entspricht, so ergibt sich Zahlentafel 2.

Z a h l e n t a f e l 2. Vergleich der errechneten und experimentell bestimmten Scheinwiderstände des Bodenseils bei verschiedenen Stirnsteilheiten der aufgedrückten Stoßstromwelle.

		Rechnung*	Versuch	Rechnung*	Versuch	Rechnung*	Versuch
Stirn-Zeitkonstante T	µs	1,00	1,00	0,95	0,95	7,00	7,00
Ersatzfrequenz $\omega = 1/T$	s^{-1}	$1{,}0 \cdot 10^6$		$1{,}05 \cdot 10^6$		$1{,}43 \cdot 10^5$	
Bodenseil-Stirnscheinwiderstand	Ω	66,5	69,5	70,0	75,8	30,0	34,4

* Rechnungswerte gelten für einstrahlige Eingrabung auf der Erdoberfläche bis zum Durchmesser des Seils.

Man erkennt, daß Rechnung und Versuch im gleichen Sinne verlaufen, womit gezeigt ist, daß die Rechnung die physikalischen Zusammenhänge grundsätzlich richtig erfaßt.

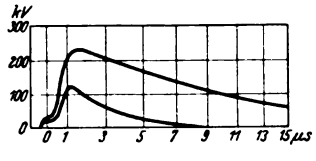


Abb. 6. Spannungsverlauf an einer konzentrierten Masterdung (obere Kurve) und am Anfang eines Bodenseils (untere Kurve) bei Stoßbeanspruchung.

Im vorliegenden Falle war das Bodenseil nur auf der Erdoberfläche verlegt. Die im Betriebsfall vorliegende Eingrabung in etwa 50 cm Tiefe wirkt im Sinne einer Herabsetzung der gemessenen Stirn-Scheinwiderstandswerte auf mindestens 75 %. Endlich ist zu beachten, daß die resultierenden Werte des Bodenseil-Scheinwiderstandes bei Verlegung unter einer Leitung außerdem halb so groß wie bei den vorliegenden Versuchen sein werden, da der Stoßstrom bei betriebsmäßiger Verlegung aus dem Mast nach beiden Seiten in das Bodenseil übertreten kann, während beim Versuch nur ein einseitig verlegtes Seil verwendet worden ist.

Unter Berücksichtigung der Eingrabung in 50 cm Tiefe werden die Widerstandswerte der gewöhnlichen Masterdung während der Stirndauer der Stoßwelle durch ein Bodenseil bei dem vorliegenden Bodenwiderstand je nach Steilheit des Stoßes gemäß Zeile f) der Zahlentafel 1 auf mindestens 22 % bzw. rd. 10 % sinken. Der weitere Widerstandsverlauf entspricht der Abb. 5.

Besonderes Interesse beansprucht ein Vergleich zwischen einem durchlaufenden Bodenseil und einem Strahlen-

[10] Leitsätze für die Prüfung mit Spannungsstößen (VDE 0450/1933), ETZ 1933, S. 292.

Digitized by Google

erder, der sich vom Bodenseil nur durch die Zahl der Leiter und ihre Länge unterscheidet. Der Scheinwiderstand des unendlich lang gedachten, nach zwei Seiten verlaufenden Bodenseils ist anfänglich doppelt so groß wie der Scheinwiderstand eines 4strahligen Banderders. Das trifft jedenfalls bis zur Rückkehr der an den Enden der Strahlen reflektierten Wellen zum Mast zu. Ein Strahlerder von 30 m Strahlenlänge ist während einer Zeit von rd. 0,6 μs *[11] gegenüber dem nur zweistrahligen Bodenseil im Vorteil; nach dieser Zeit erreicht jedoch das Bodenseil die niedrigeren Widerstandswerte, da es seinem Gleichstromwiderstand zustrebt, der wegen der großen Seillänge wesentlich kleiner als der des Strahlenerders sein muß. Der Gleichstromwiderstand des Strahlenerders kann je nach der Leitfähigkeit des Bodens oberhalb oder unterhalb seines Stoßscheinwiderstandes liegen, dessen Größe von der Steilheit der Stirn des Stoßvorganges und der Bodenleitfähigkeit abhängig ist. Der Strahlenerder ist um so mehr im Vorteil, je steiler und kürzer die Stoßwellen sind und je besser der Boden leitet. In schlechtleitendem Boden hingegen dürfte dem Bodenseil und seiner Verbindung mit dem oberirdischen Erdseil und dem Strahlenerder gewisse Bedeutung zukommen.

*[11] Fortpflanzungsgeschwindigkeit rd. ⅓ Lichtgeschwindigkeit.

An dieser Stelle danke ich Herrn Prof. A. Matthias für die Ermöglichung der Untersuchung sowie Herrn Dipl.-Ing. Elsner für seine freundliche Hilfe bei den Versuchen.

Ermittlung der Streureaktanzen aus der Fehlermessung des Spannungswandlers.

Von **H. Schunck**, Solln b. München.

Übersicht. Der Aufsatz zeigt, wie die Streureaktanzen aus der Fehlermessung (z. B. mit der Schering-Brücke) ermittelt werden können. Das angegebene Verfahren erlaubt auch eine Bestimmung der Primärwindungszahl. Die Eigenkapazität der Primärwicklung hat, wie Versuch und Rechnung zeigen, keinen Einfluß auf die Fehler.

Um der Vorausberechnung der Fehlergrößen des Spannungswandlers die nötige Sicherheit zu geben, ist es notwendig, die zugrunde liegenden Streureaktanzen auch den Messungen am fertigen Wandler zu entnehmen und die ursprüngliche Annahme durch den Vergleich zu prüfen. Aus den gemessenen Fehlergrößen f' und δ' bei Belastung und f_0' und δ_0' bei Leerlauf ergibt sich der Vektor AB (s. Abb. 1 b). Da auch die Größe und Richtung des auf die Primärseite bezogenen Sekundärstromes I_2 bekannt sind, kann die gesamte (auf die Primärseite bezogene) Streureaktanz $X_1 + X_2$ ermittelt werden.

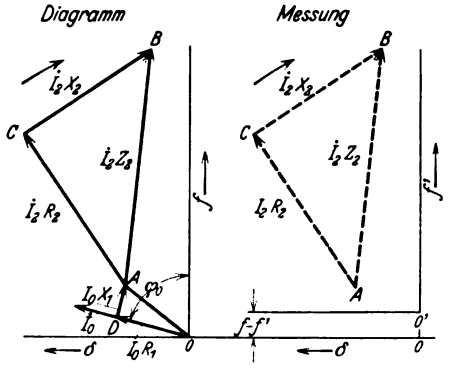


Abb. 1 a. Abb. 1 b.

Die primäre Streureaktanz allein ergibt sich aus dem gemessenen Fehlerwinkel δ_0' bei Leerlauf mittels der Gleichung:

$$I_0 R_1 \sin\varphi_0 - I_0 X_1 \cos\varphi_0 = \frac{\delta_0' U}{100},$$

wenn der Leerlaufstrom nach Größe und Richtung gemessen wird. Dabei sei zunächst vorausgesetzt, daß die Eigenkapazität der Primärwicklung keinen meßbaren Einfluß auf die Größe des Leerlaufstromes hat. R_1 kann durch Gleichstrommessung oder aus der Vorausberechnung als genügend genau bekannt angesehen werden. Es ergibt sich also

$$X_1 = R_1 \operatorname{tg}\varphi_0 - \frac{\delta_0' U}{100\, I_0 \cos\varphi_0}.$$

Jetzt kann auch der Übersetzungsfehler f aus der Gleichung:

$$I_0 R_1 \cos\varphi_0 + I_0 X_1 \sin\varphi_0 = \frac{f U}{100}$$

errechnet werden. Der Übersetzungsfehler f des Diagrammes (Abb. 1 a) stimmt mit dem gemessenen Übersetzungsfehler f' (Abb. 1 b) nicht überein, da sich ersterer auf die theoretische Windungszahl, letzterer naturgemäß auf die tatsächliche Windungszahl bezieht. Die tatsächliche Windungszahl ist

$$w_1 = w_2 \ddot{u}_n \left(1 + \frac{f - f'}{100}\right),$$

wobei $\ddot{u}_n$ das Übersetzungsverhältnis des zur Messung benutzten Normalwandlers ist. Die sekundäre Windungszahl w_2 kann, da sie verhältnismäßig niedrig ist, als genau bekannt vorausgesetzt werden. Diese Beziehung könnte auch dazu dienen, die unbekannte Windungszahl von Spulen mittels Hilfskern und Hilfswicklung mit großer Genauigkeit (mit der Schering-Brücke z. B. auf etwa $^1/_{2000}$ genau) zu bestimmen.

Es fragt sich nun noch, welchen Einfluß eine erhebliche Eigenkapazität der Primärwicklung auf die oben genannten Beziehungen hat. Zunächst bewirkt die Eigenkapazität der Primärwicklung eine Verminderung der induktiven Komponente $I_0 \sin\varphi_0$ des Leerlaufstromes I_0 (s. Abb. 2). Die Wirkkomponente $I_0 \cos\varphi_0$ ändert sich dabei nur insoweit, als die Eigenkapazität auch Leistung verbraucht.

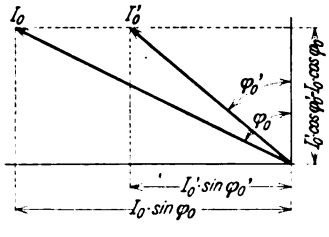


Abb. 2.

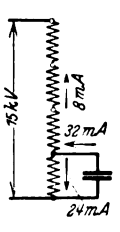


Abb. 3.

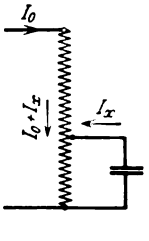


Abb. 4.

Es ist nun bemerkenswert, daß die durch die Eigenkapazität verursachte Änderung des Leerlaufstromes, auch wenn sie sehr erheblich ist, keinen Einfluß auf die gemessenen Fehlgrößen f' und δ' hat, wenn Widerstand und Streuinduktivität gleichmäßig über die Wicklung verteilt sind. Z. B. wurde der Primärwicklung eines 15 kV-Spannungswandlers ein Kondensator so parallel geschaltet (s. Abb. 3), daß er am vierten Teil der Gesamtspannung lag. Der Kondensator nahm bei 3750 V = 15 000 /4 V einen Ladestrom von 32 mA auf und verminderte die induktive Komponente des Leerlaufstromes, die ohne Kondensator rd. 3,5 mA betragen hatte, um 32/4 = 8 mA. Der Leerlaufstrom wurde also voreilend. Dabei ergab die Messung ohne Kondensator $f' = +0{,}16\,\%$, $\delta' = 4{,}5$ min, mit Kondensator $f' = +0{,}15\,\%$, $\delta' = 4{,}5$ min. Die Änderung des Leerlaufstromes bewirkte also trotz ihrer Größe keine Änderung der Leerlauffehler.

Dies erklärt sich folgendermaßen: Infolge der Eigenkapazität der Primärwicklung werden nicht alle Teile der

Digitized by Google

Wicklung gleichmäßig von dem gemessenen Leerlaufstrom I_0 durchflossen (s. Abb. 4), sondern von einem Strom $\dot{I}_0 + \dot{I}_x$, wobei $\dot{I}_x$ von Stelle zu Stelle verschieden ist. Die einzelnen Werte von $\dot{I}_x$ ergeben sich dabei aus der Größe und Lage der einzelnen Teilkapazitäten und aus der Bedingung, daß im ganzen die zur Erzeugung der Spannung notwendige AW.-Zahl nach Größe und Richtung vorhanden sein muß. Es muß also sein:

$$\sum_{w_0}^{w_1} |\dot{I}_0 - \dot{I}_x| \cos \varphi_{0x} \Delta w = f(U) = I_0' \cos \varphi_0' \cdot w_1$$

und

$$\sum_{w_0}^{w_1} |\dot{I}_0 - \dot{I}_x| \sin \varphi_{0x} \Delta w = \varphi(U) = I_0' \sin \varphi_0' \cdot w_1.$$

Dabei ist $|\dot{I}_0 - \dot{I}_x|$ der Absolutbetrag des Vektors $\dot{I}_0 - \dot{I}_x$, I_0 der gemessene Leerlaufstrom, I_0' der Leerlaufstrom, der sich ohne Eigenkapazität der Wicklung einstellen würde. Ferner ist

$$\frac{\delta_0' U}{100} = \sum_{R_0}^{R_1} |\dot{I}_0 - \dot{I}_x| \sin \varphi_{0x} \Delta R - \sum_{X_0}^{X_1} |\dot{I}_0 - \dot{I}_x| \cos \varphi_{0x} \Delta X_1$$

weiter

$$\Delta R = \frac{R}{w_1} \Delta w \quad \text{und} \quad \Delta X = \frac{X_1}{w_1} \Delta w.$$

Die für ΔR selbstverständliche Beziehung gilt auch für ΔX, da in $X = w^2 \Lambda \cdot 10^{-8}$ das Produkt $w \Lambda =$ konst. gesetzt werden kann. Proportional mit der Abnahme der Windungszahl nimmt nämlich auch die Länge des Streukanals ab und Λ entsprechend zu. So wird auch X eine lineare Funktion von w. In beiden Fällen liegt die Annahme gleichmäßiger Verteilung von R_1 und X_1 über die Primärwicklung zugrunde. Es ergibt sich also:

$$\frac{\delta_0' U}{100} = \frac{R_1}{w_1} \sum_{w_0}^{w_1} |\dot{I}_0 - \dot{I}_x| \sin \varphi_{0x} \Delta w - \frac{X_1}{w_1} \sum_{w_0}^{w_1} |\dot{I}_0 - \dot{I}_x| \cos \varphi_{0x} \Delta w = R_1 I_0' \sin \varphi_{0x} - X_1 I_0' \cos \varphi_{0x}.$$

Entsprechend erhält man

$$\frac{f' U}{100} = \frac{R_1}{w_1} \sum_{w_0}^{w_1} |\dot{I}_0 - \dot{I}_x| \cos \varphi_{0x} \Delta w + \frac{X_1}{w_1} \sum_{w_0}^{w_1} |\dot{I}_0 - \dot{I}_x| \sin \varphi_{0x} \Delta w = R_1 I_0' \cos \varphi_{0x} + X_1 I_0' \sin \varphi_{0x}.$$

Das Hinzutreten des Ladestromes I_x zum Leerlaufstrom I_0' ändert also weder den Winkel noch den Übersetzungsfehler. Wie aus den obenstehenden Formeln hervorgeht, ist das Ergebnis nicht auf die Parallelschaltung einer Kapazität zur Primärwicklung beschränkt, sondern es gilt ebenso für einen parallel geschalteten Widerstand oder eine Induktivität.

Auf den ersten Blick scheint diese Behauptung mit der Tatsache in Widerspruch zu stehen, daß ein Transformator auch in Sparschaltung bei Belastung Spannungsabfall zeigt. Der Widerspruch klärt sich so auf, daß in dem einen Fall die Spannung an der Anzapfung, im anderen die Gesamtspannung des Feldes gemessen wird.

In Abb. 3 ist zur Verdeutlichung des Obenstehenden der Verlauf des Ladestromes des parallel geschalteten Kondensators eingetragen. Von dem Kondensatorstrom von 32 mA fließen 8 mA noch oben und erzeugen einen Spannungsabfall von $+ 8 \cdot \frac{3}{4} Z = + 6 Z$ (Z Scheinwert des Streuwiderstandes). 24 mA fließen nach unten und erzeugen einen entgegengesetzten Spannungsabfall $- 24 \cdot \frac{1}{4} Z = - 6 Z$. So heben sich die beiden Spannungsabfälle gegenseitig auf.

Es kann demnach die Bestimmung von X_1 und der tatsächlichen Windungszahl genau so erfolgen wie beim Wandler ohne Eigenkapazität, wenn an Stelle des gemessenen Leerlaufstromes I_0 mit dem Leerlaufstrom I_0' ohne Eigenkapazität gerechnet wird. Der Strom I_0' kann z. B. durch Magnetisieren des Kerns ohne die Primärwicklung nach Öffnen der Spulenverbindungen der Primärwicklung ermittelt werden. Ebenso braucht bei der Vorausberechnung des Fehlerdiagramms auf die Änderung des Magnetisierungsstromes durch die Eigenkapazität der Primärwicklung keine Rücksicht genommen zu werden.

Druckluftantriebe für elektrische Schaltgeräte.

Von **Immanuel Sihler**, Berlin.

Übersicht. Vor vier Jahren war Druckluft dem Elektriker noch ein wesensfremdes Antriebsmittel. Inzwischen hat die Praxis den Beweis dafür erbracht, daß der Druckluftantrieb „einen idealen Antrieb für elektrische Schaltgeräte" darstellt. Es liegen Erfahrungen über lange Betriebszeiten mit großen Stückzahlen und unter erschwerten Betriebsverhältnissen vor, und es interessiert deshalb zu erfahren, wodurch das anfangs gegen die neue Antriebsart vorhandene Mißtrauen sich ins Gegenteil verwandelt hat.

Die Gründe für die Entwicklung von Druckluftantrieben waren einerseits die konstruktive Vereinfachungsmöglichkeit der Antriebe selbst sowie der dadurch bedingte billige Preis und anderseits die wirtschaftlichen Vorteile durch die Wahl von Druckluft als Schalterantriebsmittel statt Batteriestrom. In den letzten 30 Jahren

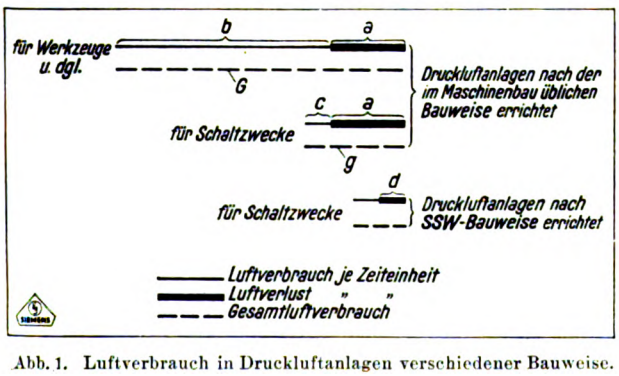


Abb. 1. Luftverbrauch in Druckluftanlagen verschiedener Bauweise.

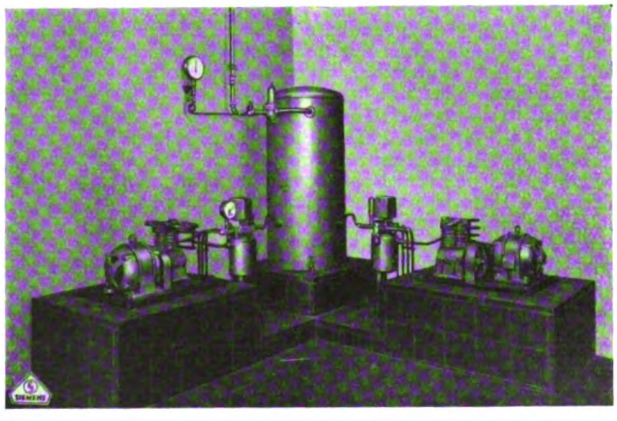


Abb. 2. Drucklufterzeugungs-Anlage für ein Umspannwerk mit etwa 50 Schalterantrieben.

wurde der Druckluftantrieb für elektrische Schalter mehrfach vorgeschlagen. Seine Einführung in die Praxis scheiterte jedoch immer wieder an der mangelnden Zuverläs-

Digitized by Google

sigkeit der Lufterzeugungs- und -verteilungsanlagen. Die SSW hatten erkannt, daß für die Benutzung von Druckluft für Antriebszwecke in Schaltanlagen andere Voraussetzungen gelten, als sie dem Maschinenbau von der Erstellung ähnlicher Anlagen zum Betrieb von Bremsen, Bohrhämmern u. dgl. her bekannt sind.

In den elektrischen Anlagen kommt es darauf an, das Rohrleitungsnetz und die Armaturen, Steuerventile u. dgl. so dicht wie irgend möglich auszuführen. Dann nämlich

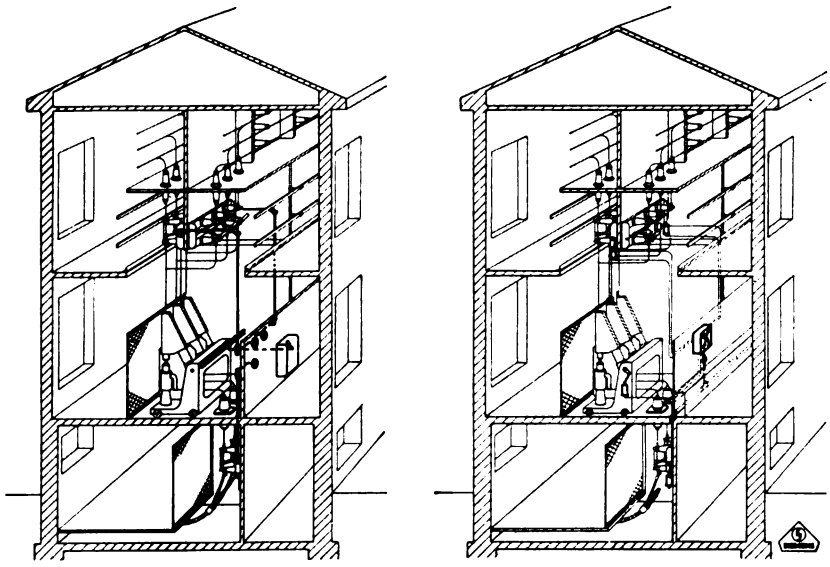


Abb. 3. Gegenüberstellung von Schaltanlagen mit Gestänge- und Druckluftantrieben.

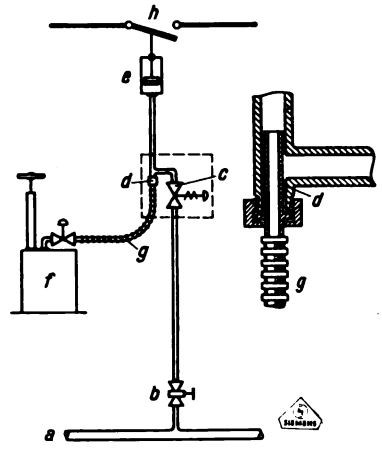
stellt die in den Luftbehältern aufgespeicherte Druckluft einen Energievorrat dar, welcher bezüglich der Sicherheit seiner Entnahmebereitschaft dem bisher in Batterien aufgespeicherten Gleichstrom entspricht. Der Bahnfachmann oder Maschinenbauer wird hier gleich berechtigt einwenden, daß in seinen Anlagen auch auf Dichtigkeit geachtet wird. Abb. 1 zeigt die tatsächlichen Verhältnisse. Selbst wenn in einer Schaltanlage sehr häufig geschaltet wird, ist der Arbeitsluftverbrauch c in der Zeiteinheit nur ein Bruchteil der in der gleichen Zeit in einem maschinentechnischen Betrieb verbrauchten Luftmenge b. Hier geht nämlich der Antriebskolben dauernd hin und her, dagegen beim Schalten nur so oft, wie geschaltet wird. Es fällt deshalb die Undichtigkeit a im maschinentechnischen Betrieb gar nicht ins Gewicht, dagegen stellt sie im elektrischen Betrieb den Verbrauch dar. Durch die Wahl besonderer Verbindungen für Eisen- und Kupferrohr, durch Verwendung besonders dichten Bronzegusses sowie durch besondere Durchbildung der Steuerventile gelang es, die Undichtigkeit a auf das Maß d zu verringern.

Durch systematisches Vorgehen wurden ganz einfache Drucklufterzeugungs- (Abb. 2) und -verteilungsanlagen entwickelt, deren Sicherheit, wie die Praxis bereits bewies, völlig derjenigen von Gleichstrombatterien gleichgesetzt werden kann. Rohrbruch oder andere befürchtete Schäden sind auch nicht häufiger zu erwarten als die doch bisher ebenfalls seltenen Kurzschlüsse in den Antriebszuleitungen. Der mit den neuen Bauteilen erzielte hohe Dichtigkeitsgrad ermöglicht es, die Größe der Luftbehälter und auch die der Verdichter dem in jeder Anlage zu erwartenden Luftverbrauch anzupassen. So genügt infolge des geringen Luftverbrauches der Antriebe selbst für ganz große Anlagen eine Verdichterleistung von nur 3 kW, für kleine Anlagen u. U. schon 0,22 kW. Man erhält durchweg Verdichter ohne Wasserkühlung, was insbesondere für Schaltanlagen ohne Bedienung wichtig ist.

Die immer größere Abschaltleistung der Schalter erforderte auch eine Erhöhung des Kraftbedarfes der Antriebe. Dazu kam noch die bei neuzeitlichen Schaltern angestrebte höhere Schaltgeschwindigkeit. Elektrische Antriebe wurden durch diese Bedingungen schwer, umständlich, teuer und ergaben für die Steuerbatterien unerwünscht starke Stromstöße. Die Verwendung von Druckluft beseitigte alle diese Schwierigkeiten und ließ ganz einfache, preiswerte Antriebe entstehen, die selbst bei großen Antriebsleistungen und hohen Schaltgeschwindigkeiten noch weich und sicher arbeiten. Die Möglichkeit, den Antriebskolben direkt mit dem Schalter zu vereinigen und mit seinem Steuerventil nur durch ein Kupferrohr zu verbinden, gestattet, den Schalter nebst seinem Antrieb bereits im Werk zusammengebaut zu prüfen. Man erhält eine kraftschlüssige Anordnung, bei der durch das Fehlen von Übertragungsgestängen jede Beanspruchung

Abb. 4. Ortsfester Klein-Drucklufterzeuger für fernbetätigte Schalter.

der Schaltwand durch Reaktionskräfte wegfällt. Beim nachträglichen Einbau neuzeitlicher Schalter in ältere Anlagen kann dies große bauliche Zeit- und Geldersparnisse bedeuten, da die vorhandenen Schaltwände bestehen bleiben können und nicht versteift zu werden brauchen. Für den Bauleiter bedeutet die Verlegung der leicht zu biegenden Kupferrohre an Stelle der oft schwierigen Gestängeverlegung eine große Vereinfachung (Abb. 3). Das wichtigste für ihn ist der Wegfall jeglicher Paßarbeit auf der Baustelle und die Möglichkeit, die meist vorhandenen Baungenauigkeiten auszugleichen oder ursprünglich nicht vorgesehene Deckenträger und Säulen einfach zu umgehen; er kann ja das Kupferrohr biegen, wie er es braucht. Daß die Konstruktions- und Bestellarbeit durch Wegfall der kinematischen Untersuchungen und Gestängezeichnungen ebenfalls vereinfacht wird, muß noch erwähnt werden.



a Hauptluftleitung
b Absperrschieber
c Steuerventil
d Notanschluß
e Antriebskolben
f Kleinstlufterzeuger
g Verbindungsschlauch
h Schalter

Abb. 5. Schematische Darstellung des Notanschlusses an Steuerventilen.

Die guten Erfahrungen mit direkt an die Leistungsschalter angebauten Luftkolben führten zum Bau von Trennschalterantrieben, für welche das bezüglich Gestängeverlegung Gesagte in noch viel höherem Maße zutrifft. Bei Trennschaltern, insbesondere für hohe Stromstärken, können Druckluftantriebe sogar billiger werden als die bisher üblichen Gestängeübertragungen. Dabei sind der-

Digitized by Google

artig ausgerüstete Trennschalter von der Schalttafel aus noch fernschaltbar, was bisher nur in sehr großen Anlagen mit elektrischen Motorantrieben wirtschaftlich möglich war. Dem Betrieb bringt eine Bedienung der zusammengehörigen Trenn- und Leistungschalter an zentraler, gut zugänglicher, lichtbogengesicherter Stelle bereits erhöhte Sicherheit. Wenn die Betätigungsglieder im Zuge eines Blindschaltbildes angeordnet werden, wie auf dem Steuerventilkasten Abb. 3 (DRP. angem.), wird die Sicherheit noch weiter erhöht.

Die Vornahme auch umfangreichster Schalthandlungen läßt sich durch Fernsteuerung der Ventile ohne Einsatzpersonal selbst während des abendlichen Hochbetriebes von der Warte aus durchführen, da das Schalthaus vom Personal nicht mehr betreten zu werden braucht.

Die in Bergbaugebieten häufigen Bodensenkungen bewirken kein Ecken und Verklemmen der Gestänge mehr, denn die an deren Stelle mit Ausdehnungsmöglichkeit verlegten Kupferrohre geben ja leicht nach. Erweiterungen und Umbauten können ohne weiteres mit vorhandenem Betriebspersonal vorgenommen werden, auch wenn es im Bau schwieriger Gestänge keine Übung hat. Ebenso läßt sich der nachträgliche Anbau von Luftkolben an Trennschalter beliebiger Ausführung leicht mit eigenem Betriebspersonal bewerkstelligen. Dadurch sind die Betriebe in der Lage, die Sicherheit für Bedienung und Anlage ohne große Unkosten zu erhöhen.

Die geschilderten Vorzüge kann man auch bei Einzelschaltern erhalten, bei denen sich die Erstellung einer stationären Drucklufterzeugungs- und Rohrleitungsanlage aus Preisgründen verbietet. Die SSW haben dafür vor 1½ Jahren einen Kleinstlufterzeuger geschaffen, der entweder als reiner Handantrieb für weniger häufig betätigte Schalter oder auch als Fernantrieb benutzt werden kann. Die Luft wird dabei mittels einer Handpumpe oder eines druckabhängigen Kleinstverdichters auf den richtigen Schaltdruck verdichtet. Im letztgenannten Falle ist eine Verdichtung durch Handpumpe noch zusätzlich vorgesehen. Ein Schalten bei unzulässig tiefem Druck wird durch Selbstsperrung des Steuerventils verhindert. Abb. 4 und 6 zeigen ein derartiges Gerät.

Abb. 6. Tragbarer Kleinst-Druckluft-erzeuger im Gebrauch. Das Gerät ist durch den Notanschluß mit dem auf der Schaltwand befindlichen Steuerventil verbunden.

Der vorbeschriebene Kleinstlufterzeuger eignet sich sehr gut in Anlagen mit mehreren Schaltern zur Schaffung einer Luftreserve an Stelle der bisher dafür verwandten Druckluftflaschen. Diese Reserve wird dabei nicht mehr wie bei den Flaschen an die Rohrleitung angeschlossen, sondern direkt an den Antriebskolben des zu betätigenden Schalters. Wie die Abb. 5 und 6 zeigen, besitzt jedes Steuerventil auf der dem Antriebskolben zu gelegenen Seite eine Anschlußmöglichkeit. Sie gestattet bei Störungen in der Luftversorgung oder bei Ventilversagern, mit wenigen Handgriffen unter Umgehung des Steuerventiles den Antriebskolben mit Luft aus dem Kleinstlufterzeuger zu versorgen und damit den Schalter zu betätigen. Bezüglich ihrer Wirkungsweise kann man diese Anordnung am besten mit einem Nothandhebel vergleichen, wie er für Ölschalter z. B. von jeher gebräuchlich war, jedoch mit dem Unterschied, daß auch die Notschaltung mit betriebsmäßiger Schaltgeschwindigkeit erfolgt[1]. Während beim Trennschalter das Ein- und Ausschalten durch Luftdruck erfolgt, wird für die Leistungsschalter der SSW die Druckluft nur zum Einschalten benutzt. Das Ausschalten erfolgt bei jedem Schalter durch eigene Federkraft.

Der Vollständigkeit wegen sei erwähnt, daß sich vorstehende Überlegungen nur auf die Verwendung von Druckluft für Antriebszwecke beziehen. Man kann nämlich nicht ohne weiteres die auf diesem Gebiet gesammelten Erkenntnisse und Erfahrungen auf die Verwendung von Druckluft für Lichtbogenlöschung übertragen, da dort wesentlich andere Verhältnisse vorliegen.

[1] DRP. 587 593.

Öffentliche Elektrizitätswirtschaft in Württemberg und Hohenzollern*.

Von Dipl.-Ing. **Adolf Pirrung**, Biberach-Riß.

Übersicht. Der Bericht bringt in umfassender Darstellung statistisches Material, er schildert die württembergische Entwicklung seit 1925, wobei das Versorgungsgebiet als rohstoffarmes Land (kein Kohlenvorkommen und sehr viele, aber nur wenige ergiebige Wasserkräfte) erscheint. Deshalb ist es zwangläufig auf Einfuhr elektrischer Arbeit angewiesen. Bei den Besitzverhältnissen fällt die zunehmende Kommunalisierung der den Konsum beherrschenden Versorgungsbetriebe auf. In der Strombeschaffung treten die Zusammenhänge mit den Nachbarländern einschl. Vorarlberg und die wachsende Bedeutung der Transportunternehmungen in Erscheinung. Der Artikel schließt mit einer kurzen Beurteilung der zukünftigen Entwicklung.

1. Allgemeines und kurzer Rückblick.

Württemberg, das Land der ersten erfolgreichen Drehstromkraftübertragung mit Hochspannung und der ältesten (Februar 1881 in Stuttgart in Betrieb genommen) öffentlichen Blockzentrale für Glühlampenbeleuchtung, also ein Pionierland für gesamtdeutsche Entwicklung, kann im Rahmen der Reichsversorgung als eine geschlossene Elektroprovinz angesehen werden. Dieser Anspruch stützt sich auf die geographische Gebundenheit des Gebietes und auf die eigenartige Struktur der Bevölkerung und seiner Wirtschaft. Wie in keinem andern Teil des Reiches sind, von der Stadt Stuttgart abgesehen, über das ganze Land Landwirtschaft, verarbeitende Industrie und mittelständisches Gewerbe gleichmäßig verteilt. Das Versorgungsgebiet umfaßt 20 650 km² (Württemberg 19 508 und Hohenzollern 1142 km²). Die Einwohnerzahl beträgt nach der Volkszählung von 1933 zusammen 2 786 537 (Württemberg 2 713 150 und Hohenzollern 73 387). Um den weiteren Strombedarf zuverlässig abschätzen zu können, gingen schon im Jahre 1925 berufene Fachleute daran, einwandfreies statistisches Material zu sammeln. Unabhängig von den Erhebungen des Statistischen Reichsamts wurde das Zahlenmaterial abgeklärt und die Aufnahmefähigkeit in Groß- und Kleinverbraucherschaft abgeschätzt. Die sonst vielfach üblichen Fehler der Doppelzählung durch Kupplungsverkehr, Zusatzstrombelieferung für Wiederverkäufer, Durchfuhr und Ausfuhr sind in vorliegendem Bericht vermieden. Soweit nichts anderes vermerkt, sind deshalb die Angaben über Stromumsatz Effektivwerte der von öffentlichen Elektrizitätswerken an die Abnehmer gelieferten Arbeit zuzüglich der Verluste in den Leitungen und zuzüglich des Eigenverbrauchs der Lieferwerke und Umspannstellen (bei Fremdbezug).

Die Eigenart der württembergischen Entwicklung liegt in der Ausnutzung einer Vielzahl von Kleinwasserkräften, die schon sehr frühzeitig das Vordringen des Elektrogutes auch auf das platte Land ermöglichte. Mit dem Wachstum des Strombedarfes blieben diese kleinen Kräfte zwar als Grundlastanlagen erhalten, der Hauptbedarf aber wurde bis zum Kriegsende durch Wärmekraftanlagen gedeckt. Fast Hand in Hand mit dem Ausbau der wenigen größeren Wasserkräfte an der Iller, am Neckar und an der Donau begann der Fremdstrombezug aus den Nachbarländern Baden und Bayern. Die Erkenntnis setzte sich rasch durch, daß die Befriedigung des Strombedarfes fernab von den Kohlenlägern sich zunehmend auf die nahegelegenen Wasserkräfte der Nachbarländer stützen müsse. So bemühten sich vom Jahre 1924 an eigene Leitungsunter-

* Gehört zur Aufsatzreihe über die öffentliche Elektrizitätswirtschaft der Versorgungsgebiete Deutschlands und des Auslandes im Jahre 1932 (vgl. ETZ 1933, S. 601, 772, 842, 1023). Weitere Aufsätze folgen. D. S.

Digitized by Google

nehmungen, den Transport zu vermitteln und damit auch übergeordnete Aufgaben der Elektrizitätswirtschaft im Rahmen der Reichsregelung zu übernehmen. Im Gegensatz zu andern Ländern des Reiches hat aber der Württembergische Staat hier nicht die entscheidende Initiative für die damit eingeleitete Periode der großwirtschaftlichen Strombeschaffung und -verteilung ergriffen, im wesentlichen deshalb, weil die mangelhafte Rohstoffbasis keine Handhabe zur großwirtschaftlichen Betätigung zu geben schien. Die Konsumwirtschaft, soweit die Unternehmungen in Frage kommen, die den Strom unmittelbar an die Abnehmerschaft liefern, wird heute noch von 256 Elektrizitätswerken betreut. Dabei beherrschen allein die drei größten Unternehmungen, das Städt. Elektrizitätswerk Stuttgart, die Neckarwerke AG., Eßlingen, und der Zweckverband Oberschwäbische Elektrizitätswerke, Biberach, zusammen 56 % des Konsums. Stromumsatz, Art und Umfang der Antriebs- sowie Bezugsleistungen für Strombeschaffung, die Einrichtungen für Fortleitung mit Hochspannung und schließlich die Art der Besitzverhältnisse einschließlich des Einflusses des Staates geben im folgenden dem Fachmann ein beredtes Bild über die Sachlage.

2. Stromumsatz.

Unter Ausscheidung aller irreführenden Zahlen des Zwischenverkehrs usw. ergibt sich in Zahlentafel 1 der Stromumsatz.

Zahlentafel 1. Stromumsatz für Württemberg.

Jahr	Erzeugung[1] in Wasserkraftwerken		in Wärmekraftwerken		Einfuhr von außerwürttembergischen Ländern[2]		Gesamtverbrauch in Württemberg
	Mill kWh	%[3]	Mill kWh	%	Mill kWh	%	Mill kWh
1925	189,2	46,9	119,6	29,6	94,7	23,5	403,5
1926	208,4	50,1	95,8	23,0	111,6	26,9	415,8
1927	282,7	51,7	116,6	26,9	147,0	21,4	546,3
1928	261,3	41,0	195,8	30,8	179,4	28,2	636,5
1929	252,6	36,4	215,4	32,5	225,1	31,1	693,1
1930	349,3	53,1	112,7	17,2	194,6	29,7	656,6
1931	390,1	63,0	62,5	10,1	167,3	26,9	619,9
1932	322,4	53,1	86,2	14,2	198,8	32,7	607,4

[1] Die Ausfuhr von in Württemberg erzeugtem Strom nach außerwürttembergischen Ländern ist bei der Erzeugung in Wasserkraftwerken abgezogen.
[2] Durchtransportierte Mengen sind abgezogen.
[3] Prozentsätze bezogen auf den Gesamtverbrauch.

Man erkennt aus dieser Zahlentafel, daß die Bedarfsdeckung seit 1925 in zunehmendem Maße durch Einfuhr und in abgeschwächtem Maße durch Ausnutzung von eigenen Wärmekraftanlagen erfolgte, während die Grundlast von den eigenen Wasserkraftanlagen, zu denen von 1923 an vor allem die großen Illerwasserkräfte gehörten,

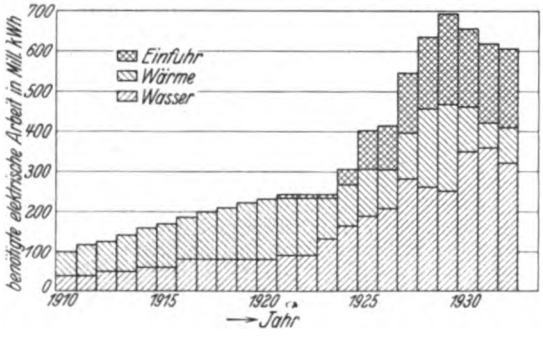


Abb. 1. Entwicklung der Bedarfsdeckung in Württemberg von 1910 ··· 1932.

übernommen wurde. Sinnfälliger tritt dies in Abb. 1 zutage. Im Gegensatz zu der Entwicklung im Reich, das für 1932

78,5 % durch Dampfkraftanlagen,
21,3 % „ Wasserkraftanlagen und
0,2 % „ sonstige Wärmekraftanlagen

als Erzeugung für öffentliche Elektrizitätswirtschaft aufweist, ist in Württemberg das Verhältnis folgendes:

Erzeugung in eigenen Dampfkraftanlagen .	14,2 %
„ „ sonstigen Wärmekraftanlagen .	0,8 „
„ „ eigenen Wasserkraftanlagen .	52,3 „
dazu kommt die Einfuhr mit	32,7 „
zusammen	100 %.

Untersucht man weiterhin die Einfuhr nach der Art ihrer Herkunft, wobei 16,6 Mill kWh = 2,7 % des Gesamtumsatzes als Dampfstrom geliefert sind, so ergibt sich folgendes Bild: Die Bedarfsdeckung ist im Jahre 1932 in Württemberg

durch Wasserkraftanlagen zu . . . . . 82,3 %,
durch Wärmekraftanlagen (Dampf und sonstige) zu . . . . . 17,7 %

erfolgt. Nach Untersuchungen bei einzelnen größeren Werken ist der Gesamtabsatz schätzungsweise für das Jahr 1932 wie folgt zu verteilen:

die Großabnehmer bezogen netto rd. .	320	Mill kWh
die Kleinabnehmerschaft rd.	165	„ „
die Verluste einschl. des Eigenverbrauchs der Lieferwerke betrugen rd. . . .	122	„ „
	607	Mill kWh.

Die Kopfverbrauchsziffer betrug rd. 230 kWh, bezogen auf den Gesamtjahresumsatz, gegenüber 207 kWh des Reichsdurchschnitts.

3. Leistungsziffern für Strombeschaffung sowie Benutzungsdauern.

Zahlentafel 2. Antriebsleistung in Württemberg in kW 1926 ··· 1932.

Jahr	Wasserkraft	Wärmekraft	zusammen
1926	68 288	149 725	218 013
1927	76 011	159 211	235 222
1928	76 841	171 407	248 248
1929	81 156	171 823	252 979
1930	88 752	180 859	269 611
1931	90 323	178 021	268 344
1932	89 460	183 602	273 062

Der Ausnutzungsgrad der Wasserkraftanlagen, bezogen auf die mittlere theoretisch mögliche Jahreserzeugung der Wasserkraftwerke in Württemberg, die mit 483 Mill kWh zu bemessen ist, betrug im Jahre 1932 $\frac{322{,}4}{483}$ = rd. 67 %.

Zahlentafel 3.
Jährliche Ausnutzungsdauer der Summen-Höchstlastspitze in Württemberg 1925 ··· 1932.

1925	3 230 h	1929	3 350 h
1926	2 670 „	1930	3 270 „
1927	2 950 „	1931	3 420 „
1928	3 290 „	1932	3 250 „

Die Summenhöchstlast im Jahre 1932 betrug am 13. XII., dem Tag der Höchstbeanspruchung, rd. 185 000 kW. Sie ist durch Meßergebnisse der 14 größten Werke ermittelt, die drei Viertel des Gesamtverbrauchs in Württemberg zu liefern haben, zuzüglich der Schätzung für den Restbetrag der Lieferung. Zu den Anschlußleistungen gehören neben den Eigenerzeugungsanlagen noch die Vorhaltleistungen der Lieferwerke aus dem Nachbargebiet. Sie sind, vorsichtig geschätzt, auf rd. 140 000 kW gleichzeitig verfügbare Leistung zu bewerten. Die tatsächliche Transformatoren-Anschlußleistung ist mehr als doppelt so groß. Berücksichtigt man den Umstand, daß die Laufwasserkräfte des Landes zu Zeiten der Höchstbeanspruchung im Dezember infolge Wasserklemme auf ein Drittel zurückgehen, und daß auch bei den Wärmekraftanlagen dauernd mindestens 25 % der Kessel- und Maschinenleistung im Durchschnitt zur Zeit der Höchstbeanspruchung ausfallen, so stehen im ganzen der württembergischen Elektrizitätswirtschaft zur Zeit zur Verfügung, und zwar an Tagen der Höchstbeanspruchung

1. in eigenen Wasserkraftanlagen rd. . . = ⅓ von 89 000 kW, 30 000 kW
2. in eigenen Wärmekraftanlagen rd. . = ¾ von 183 000 kW, 130 000 „
3. in Anschlußanlagen der außerwürttembergischen Lieferanten rd. . . . 140 000 „

zusammen rd. 300 000 kW,

gegenüber der Höchstbeanspruchung des Jahres 1932 mit 185 000 kW, also noch eine Leistungsreserve von zur Zeit 62 %.

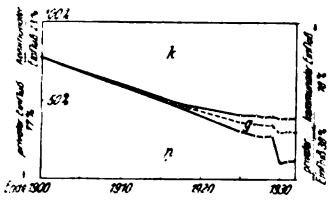
4. Fortleitung mit Hochspannung.

Württemberg besitzt ein außerordentlich engmaschiges Netz, insbesondere für Höchstspannung über 35 kV, ein Beweis für den starken Transport und Verbundverkehr.

Digitized by Google

Zahlentafel 4.
Leitungslänge der Hochspannungsleitungen (Freileitung und Kabel) in Württemberg in Kilometer.

Ende	über 100 kV	35 ··· 100 kV	unter 35 kV	zusammen
1923	97	791	7 014	7 902
1926	170	1 115	8 839	10 124
1929	299	1 719	9 871	11 889
1932	609	1 752	9 980	12 350



g gemischtwirtschaftliche Elektrizitätswerke
k kommunale Elektrizitätswerke
p privatwirtschaftliche Elektrizitätswerke

Abb. 2. Elektrizitätsverbrauch in Württemberg unterteilt nach den Unternehmungsformen in Prozent des Gesamtverbrauchs.

Der durchschnittliche jährliche Zugang an Leitungslänge betrug demnach in Kilometer:

Zeitraum	über 35 kV	unter 35 kV	zusammen
1923 ··· 1926	133	608	741
1926 ··· 1929	244	344	588
1929 ··· 1932	115	39	154

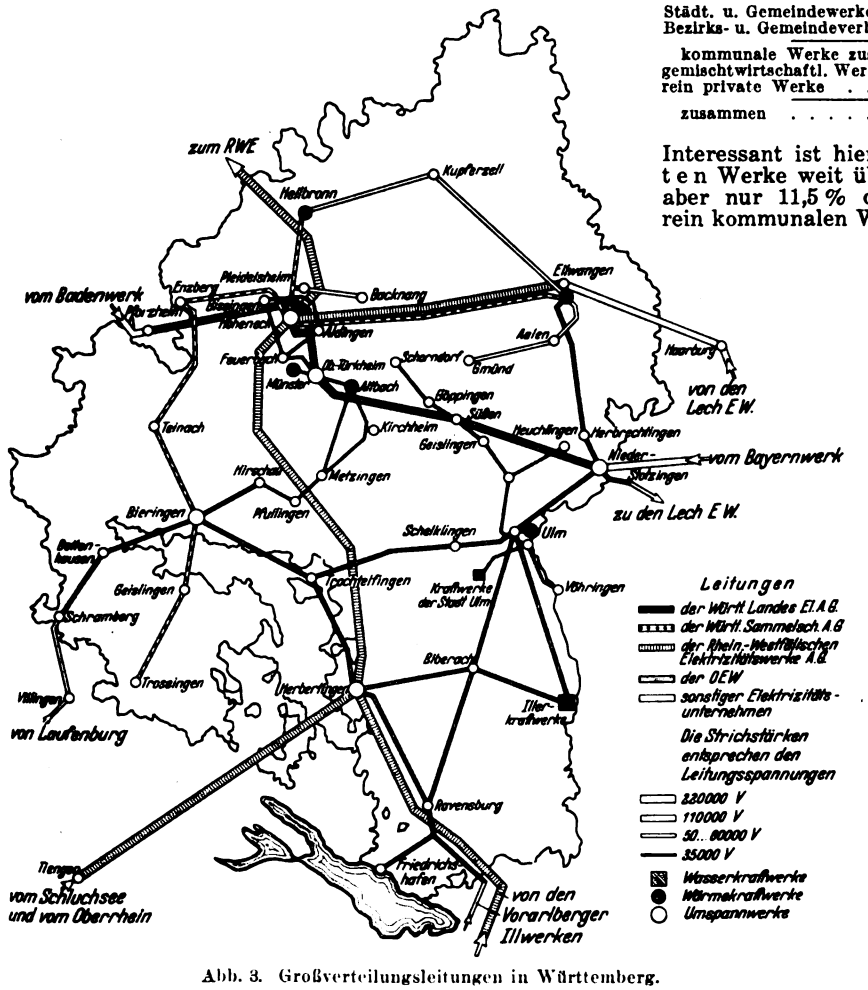


Abb. 3. Großverteilungsleitungen in Württemberg.

Unterteilt man noch die Entwicklung in den einzelnen Jahren der letzten dreijährigen Periode, so ist festzustellen, daß im Jahre 1932 mit Ausnahme von unwesentlichen kleineren Anschlüssen und Verbindungen keine nennenswerten Erweiterungen ausgeführt wurden, wie dies ja auch bei den Antriebsleistungen der Erzeugerwerke mit Ausnahme eines Zugangs der Wärmekraftanlagen in Höhe von 4500 kW zum Ausdruck kam.

5. Besitzverhältnisse, Unternehmungen und ihre Geschäftsform.

Hier muß man die Unternehmungen, die dem Transport dienen, als Sonderfälle zunächst ausscheiden. Die Konsumwirtschaft des Landes verteilt sich in der bisherigen Entwicklung, bezogen auf den jeweiligen Gesamtverbrauch, nach folgender

Zahlentafel 5. Besitzverhältnisse, unterteilt nach der Geschäftsform der Elektrizitätsunternehmungen.

Jahr	kommunale Werke in Prozent	gemischtwirtschaftliche Werke in Prozent	private Werke in Prozent
1900	23	—	77
1917	51,8	1,8	46,4
1925	59,0	10,7	30,3
1927	59,5	13,0	27,5
1928	60,5	12,5	27
1929	60,1	12,2	27,7
1930	61,4	28,4	10,2
1931	61,2	27,6	11,2
1932	61,3	27,2	11,5

Für das Berichtsjahr 1932 sind in Einzelunterteilung auch noch der kommunalen Werke folgende Ziffern festzuhalten:

Zahlentafel 6.

	Zahl der Werke	in Prozent	direkte Abgabe an Verbraucher einschl. Eigenverbrauch und Verluste kWh	in Prozent
Städt. u. Gemeindewerke . .	56	21,9	241 224 615	39,8
Bezirks- u. Gemeindeverbände	10	3,9	130 707 491	21,5
kommunale Werke zus. .	66	21,8	371 932 106	61,3
gemischtwirtschaftl. Werke .	13	5,1	165 443 034	27,2
rein private Werke	177	69,1	70 065 601	11,5
zusammen	256	100	607 440 741	100

Interessant ist hier, daß zwar zahlenmäßig die privaten Werke weit überwiegen, daß sie in ihrer Gesamtheit aber nur 11,5 % des Konsums bestreiten, während die rein kommunalen Werke über 60 % beherrschen. Der Verfasser hat nun auch die gemischtwirtschaftlichen Unternehmungen nach dem Anteil am Gesellschaftskapital aufgeteilt, der sich bei diesen Unternehmungen in öffentlicher Hand befindet. So ergibt sich, daß bereits 70 % der Konsumwirtschaft in dem Einfluß der öffentlichen Hand ruhen. Die seit Jahren von dem Verfasser vertretene Anschauung, daß sich auf diesem Schlüsselgebiet der Wirtschaft der Einfluß der öffentlichen Hand immer stärker ausprägen wird, geht aus der Abb. 2 hervor. Privatwirtschaftliche Unternehmungen wie die Neckarwerke AG. und die Überlandwerk Jagstkreis AG. haben seit Jahren ihre Kommunalverbände (erstere mit 26 %, letztere mit 50 %) an ihrem Gesellschaftskapital beteiligt, sie sind so gemischtwirtschaftlich geworden.

Die Transportunternehmungen (Württ. Landes-Elektrizitäts AG. (WLAG) und Württ. Sammelschienen AG. (WSAG) haben mit der Konsumwirtschaft mit Ausnahme der Stromversorgung der Stadt Schwenningen nichts zu tun, sie sind auch an der Stromerzeugung nicht unmittelbar interessiert. In ihrem Aufbau sind sie gemischtwirtschaftlicher Natur, aber mit überwiegendem Einfluß der öffentlichen Hand. An der WLAG sind Reich und Land je mit qualifizierter Minderheit, an der WSAG das Land Württemberg mit 26 % und die Kommunalverbände mit überwiegendem Einfluß beteiligt. Die WLAG hat im Jahre 1932 einschließlich des Binnenverkehrs und der Tauschlieferungen 171,7 Mill kWh, die WSAG im gleichen Jahr 82,9 Mill kWh auf ihren Leitungsanlagen übertragen. Die WLAG hat im Verkehr mit den Nachbargebieten in erster Linie die Einfuhr von Bayernwerk-Strom, dann von Badenwerk-Strom gepflegt. Die WSAG hatte den Binnenverkehr zwi-

Digitized by Google

schen ihren Aktionären in erster Linie zu besorgen. Es geht über den Rahmen dieser statistischen Abhandlung hinaus, den Aufgabenkreis dieser Gesellschaften, ihre Berufung zu übergeordneten Aufgaben der württembergischen Elektrizitätswirtschaft und ihre Zusammenhänge mit außerwürttembergischen Großunternehmungen zu umschreiben. In der Abb. 3 (Großverteilungsleitungen in Württemberg) sind die Höchstspannungsleitungen mit Zubehör kenntlich gemacht. Als drittes nichtwürttembergisches Transportunternehmen ist die im ausschließlichen Besitz der Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerke AG. befindliche 220 kV-Durchgangsleitung zu nennen, die vor allem dem Durchtransport der am Oberrhein und in den Alpen erzeugten RWE-eigenen Wasserkraftenergien dient, daneben aber auch für die württembergischen Beteiligten den Vorarlberger Stromanteil transportiert, Dampfstrom von Norden zuführt und weiterhin Wasserüberschußkräfte aus den Neckarstufen aufnimmt. Diese Leitung ist in den zwei Umspannstellen Hoheneck und Herbertingen angezapft. Wie stark die Verbundwirtschaft über die Landesgrenzen hinaus an Bedeutung zugenommen hat, geht aus Abb. 4 hervor, in welcher ein Vergleich zwischen den Jahren 1925 und 1932 zum Ausdruck kommt.

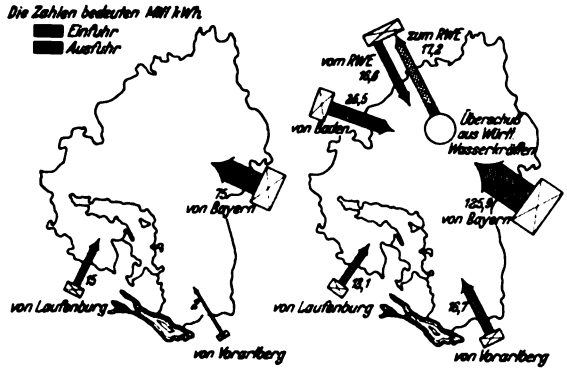


Abb. 4. Energieeinfuhr und -ausfuhr Württembergs 1932.

Schlußbemerkung.

Mit dem weiteren Wachstum des Stromabsatzes ist das Land Württemberg nach Ansicht des Verfassers genötigt, sich auch noch an ergiebigen in der Nähe gelegenen Großwasserkraftquellen zu beteiligen. Außerdem wird die Errichtung eines Speicherkraftwerks im Lande selbst erwogen. Hierzu ist erforderlich, in sorgfältiger Überlegung die Absatzsteigerung bei Besserung unserer Wirtschaftslage abzuschätzen. Man geht wohl kaum fehl in der Annahme, daß die im Jahr 1929 unterbrochene Entwicklungslinie im Jahr 1934 wieder fortgesetzt und daß in den Jahren 1938 ··· 1940 ein Gesamtumsatz von etwa 1 Mrd kWh erreicht wird. Durch eine verbilligend wirkende Tarifreform und organisierte Werbung auf der Abnehmerseite, durch einheitliche Vertretung der großen elektrowirtschaftlichen Belange auf der Liefererseite wird man weiterhin der zukünftigen Entwicklung Rechnung tragen müssen. Zu diesem Zweck werden zur Zeit Erwägungen bei den zuständigen Stellen angestellt, wobei die Einordnung der Elektroprovinz Württemberg in einen einheitlichen Gesamtplan für das Deutsche Reich gefordert und der weiteren Zusammenfassung der vielen Einzelunternehmungen aus Ersparnisgründen das Wort geredet wird.

Wann sind eigene dieselelektrische Kraftstationen in der Industrie wirtschaftlich berechtigt?*

In dem Bericht über „Elektrisierung der Landwirtschaft“[1] wurde gezeigt, welche Konkurrenz der Diesel- und überhaupt der kalorische Kleinmotor dem Elektromotor macht. Hier berichtet nun C. H. Thuerk* von der Utility Management Corporation, New York, das gleiche aus der Industrie, namentlich veranlaßt durch die aufdringlichen Reklamebehauptungen der Betriebsersparnisse. Die Dieselmaschinen werden ganz allgemein im Abzahlungswege verkauft (1931 = 303 000 PS in den V. S. Amerika) nach dem „pay out of savings plan“, d. h. unter Bemessung der Abzahlungsraten nach der Ersparnis, die im Eigenbetrieb gegenüber den Kosten der erzeugten Energie bei Anschluß an ein öffentliches Elektrizitätswerk erzielt wird. Ein Mindestverbrauch wird in der Abzahlungspolice festgelegt, manchmal mit Heben und Senken der Abzahlungsquote mit dem kW-Preis des Werkes. Zu den Betriebskosten werden der volle Betrag allen Treib- und Schmieröles und die Unterhaltungskosten gezählt, die aber in manchen Fällen zu 4,20 RM/PS-Jahr garantiert sind, und die Bedienungskosten, deren Höhe oft ebenfalls in der Police festgelegt wird. Manchmal kommen auch Steuern und Versicherungsprämien zu diesen Betriebskosten hinzu. Diese Verträge laufen bis 6 Jahre und länger.

Es ist verständlich, daß ein Betriebsleiter, der in diesen Zeiten nach allem greift, was eine Betriebsersparnis verspricht, an diesem „Abbezahlen durch die Ersparnisse“ Gefallen findet — zumal er meist nicht davon zu überzeugen ist, daß es mit rechten Dingen zugeht, daß bei einem Sinken des Engrospreisniveaus der Verbrauchswaren von 1926 ··· 1931 um 27 %, bis 1932 um 34,5 %, der Licht- und Kraftstrom der öffentlichen Werke nur um 2,7 % in dieser Zeit sich verbilligt hat. Hat der Betriebsleiter aber erst sein eigenes Elektrizitätswerk, so kommt ihm bald auch diese Erkenntnis. Kapitaldienst, d. h. Zinsen und Abschreibungen, hat er bisher nur vom gesamten Industriewerk berücksichtigt, nicht von einer elektrischen Zentrale desselben allein, und gleichfalls die Steuern usw. — und gerade diese Posten kommen bei den Abzahlungsverträgen zu kurz.

Meist ist auch der Jahreskraftverbrauch, der dem Vertrag zugrunde liegt, zu hoch bemessen, namentlich, wenn die Dieselzentrale bei Erweiterung der Fabrikation beschafft wird und die Erwartungen sich nicht erfüllen. So waren in einem Falle nach Ablauf des fünfjährigen Abzahlungsvertrages nicht weniger als 41 % der Summe noch unbezahlt. Eine gesunde Geschäftspraxis verlangt aber, daß solch ein Dieselwerk in 5 Jahren und meist in noch kürzeren Perioden voll und ganz bezahlt sei. Bei fünfjähriger Tilgung sind dann 16,7 %[2] der Anlagekosten bei 6prozentiger zinseszinslicher Anlage jährlich abzuzahlen, d. h. einschließlich der Zinsen, Versicherungen, Steuern 25 ··· 30 % und bei dreijähriger Tilgung sogar zwischen 40 und 45 %.

Die Untersuchung von 39 Anträgen aus der Industrie[3] betreffend Anschaffung neuer dieselelektrischer Anlagen ergab aber, daß 44 % der Gesellschaften verlangten, daß die Anlagen schon in zwei Jahren und darunter durch Ersparnisse getilgt würden — 64 % in drei Jahren oder weniger —, nur eine Anfrage setzte fünfjährige Tilgung voraus.

Betreffs des Einflusses der konstanten Ausgaben, des Kapitaldienstes auf die Kosten dieselelektrischer Energie verweist Thuerk auf den Bericht der A. S. M. E. von 1930, der auf S. 108 der ETZ von 1933[4] erschienen ist, weswegen die Wiederholung hier erspart werden kann.

Die Gefahr der Konkurrenz des Dieselmotors wäre für das öffentliche Elektrizitätswerk gar nicht so groß, wenn alle diese Punkte und namentlich der Kapitaldienst in den „pay out of savings-Policen“ richtig bemessen sind.

Dem Stromverkaufsagenten des Werkes fällt nun gleichsam die Rolle eines Detektivs zu, sich unter allen Umständen Kenntnis der im Wettbewerb stehenden Abzahlungspolicen zu verschaffen. Überhaupt ist in Zukunft viel mehr Wert auf freundschaftliche Beziehungen der Agenten zu dem Kundenkreis zu legen.

Ist nun wirklich der Belastungsfaktor für die geplante Dieselzentrale bei einem Kunden so hoch, daß innerhalb der vorgesehenen Zeit — z. B. von 5 Jahren — die Ersparnisse die vollständige Abzahlung ermöglichten, so muß das Elektrizitätswerk sich bequemen, einen ebenso vorteilhaften Stromvertrag mit Abzahlung der Anschlußanlagen dem Kunden anzubieten. Da es sich in diesen Fällen meist um größeren Stromverbrauch handelt, sind ja auch außerhalb der V. S. Amerika Sonderverträge hier nichts Neues.

Dr. W. Gosebruch.

* Industrial Diesel Plants — When are they justified? By H. C. Thuerk, The Utility Management Corporation, N. Y. City — Electr. Wld., Bd. 100, S. 494 (1933).

[1] ETZ 1933, S. 469.

[2] Fehler im Original. Electr. Wld., muß heißen 17,7 %. D. V.

[3] Manufact. Ind., Januarheft 1928.

[4] ETZ 1933, S. 108.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Trapez-Halbabspannung für Höchstspannungsleitungen. — Unter Halbabspannung versteht man im Leitungsbau zwei in einem Winkel von ungefähr 90 ° angeordnete Hängeisolatorenketten, deren Seil-Aufhängepunkte mit dem Drehpunkt ein mehr oder weniger starres Dreieck bilden, das als Mittelding zwischen Hängeisolatorenkette und Ganzabspannung noch eine gewisse Beweglichkeit des Aufhängepunktes zuläßt, also entlastend auf den Mast wirkt, anderseits aber bei einzelspannweitiger Belastung einer zu starken Durchhangsveränderung infolge Auslenkens entgegenwirken soll. Die üblichen Konstruktionen haben nun den Nachteil, daß bei stark einzelspannweitiger Zusatzbelastung die eine Isolatorenkette des Halbabspann-Dreiecks beinahe in die Richtung des belasteten Seiles gerät und wie eine Hängekette wirkt, die andere aber schlaff wird und sich dem andern Aufhängepunkt anpaßt (vgl. Abb. 2, unterstes Seil links, des Originalaufsatzes). Diese Erscheinung kann nun zu Betriebstörungen folgender Art führen.

1. Es entsteht durch die erwähnte Lage des Verbindungstückes der beiden Aufhängepunkte eine starke Annäherung des Seiles an den Ausleger des Mastes, wodurch unter Umständen ein Überschlag eintreten kann.
2. Bei plötzlich abfallender Zusatzlast erleidet die schlaff gewordene Kette starke Schläge, welche zu Beschädigungen von einzelnen Isolatoren führen können.

Die oben erwähnten Erscheinungen sind nun anläßlich des Betriebes der 150 kV-Leitung Bickingen—Innertkirchen der Bernischen Kraftwerke AG. an einzelnen Stellen aufgetreten und haben Anlaß gegeben, nach einer Konstruktion zu suchen, welche die obengenannten Mängel ausschließen soll. Die Grundlage dazu bildeten in größerem Umfange durchgeführte Versuche — die übrigens auch interessante Aufschlüsse über Schwingungserscheinungen gaben —, und an Hand dieser wurde die zweckmäßigste Form einer solchen abgeänderten Halbabspannung entwickelt. Die nunmehr Trapez-Halbabspannung genannte Vorrichtung besteht aus einem System von Hebeln, die bei jeder einzelspannweitigen Belastung, also bei einer Drehung des Halbabspann-Polygons, derart wirken, daß

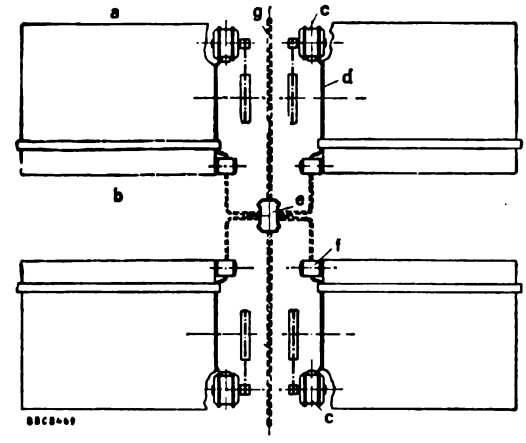
1. das Verbindungseil der beiden Aufhängepunkte immer genügend Abstand vom Drehpunkt (im Ausleger) hat und
2. ein Schlaffwerden der einen Halbabspannkette und somit Schläge auf diese vermeidet (vgl. Abb. 5 des Originalaufsatzes).

Die Versuche entsprachen in jeder Hinsicht den Erwartungen, und es wurden in der Folge (Herbst 1930) sämtliche in Frage kommenden Maste mit dieser Einrichtung versehen. Über Störungen liegen bis jetzt keine Berichte vor. (Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 22, S. 309.) *gh.*

Apparate.

Zur Frage der Bauart eines betriebsicheren Webstuhlschalters. — Die Betriebsumstände in Webereien bringen es mit sich, daß die Webstuhlschalter zum Teil sehr hohen Beanspruchungen ausgesetzt sind. Das ergibt sich aus der von Fall zu Fall großen Schalthäufigkeit, ferner aus den stellenweise zu schaltenden verhältnismäßig großen Stromstärken. Diese Vorbedingungen zwingen dazu, die Webstuhlschalter mit kräftigen Kontakten auszurüsten und auch ihren mechanischen Aufbau möglichst stabil zu gestalten. Auch die Frage der Verstaubungsgefahr ist richtunggebend, weil bei ungeeigneter Schalterausbildung in die Schalter eingedrungener Staub unter dem Einfluß des Schaltfeuers in Brand geraten kann. Hierdurch ist bei besonders ungünstigen Umständen die Möglichkeit einer Gefährdung des ganzen Betriebes gegeben. Blech eignet sich weniger zur Kapselung als Guß, und zwar wegen des Verbiegens der Blechteile bei unachtsamer Behandlung.

Eine weitere Richtschnur für die Ausbildung des Schalters wird durch das Energieverteilungsystem gegeben, wie es sich im Laufe der Jahre für Webereien als am zweckmäßigsten herausgebildet hat. Für die Energieversorgung von zwei Reihen Webstühle verlegt man heute (Abb. 1) zwischen beiden ein Kabel oder auch Gummiaderleitungen in Stahlpanzerrohr. In die Zuleitung eingeschaltete und im Fußboden angeordnete gußeiserne Verteilungskästen ermöglichen es, die Leistung für je vier Webstühle abzuzweigen. Für dieses System wurden zwei Arten der Absicherung der Abzweige ausgebildet. Bei der einen ordnet man die Sicherungen im Verteilungskasten, bei der anderen in den Webstuhlschaltern an. Das zuerst erwähnte Verfahren hat den Nachteil, daß die Dichtung des im Fußboden angeordneten Verteilungskastens dann nachläßt, wenn es durch Ansprechen der



a	Webstuhl-Kettbaumseite	*e*	Verteilungskasten im Fußboden
b	Webstuhl-Ladenseite	*f*	Schalter
c	Motor	*g*	Hauptverteilungsleitung
d	Motorzuleitung		

Abb. 1. Verteilung der elektrischen Energie in Webereien.

Sicherungen erforderlich wird, den Kasten zu öffnen. Auch die größte Aufmerksamkeit kann hier ein dauerndes Dichthalten der Verteilungskästen nicht gewährleisten. Das System, das durch Anordnung der Sicherungen im Webstuhlschalter gekennzeichnet ist, hat diesen Nachteil nicht, weil die Verteilungskästen nach dem Anschluß der durchgehenden und nur geöffneten, jedoch nicht aufgeschnittenen Hauptleitungen ein für allemal absolut dicht geschlossen werden.

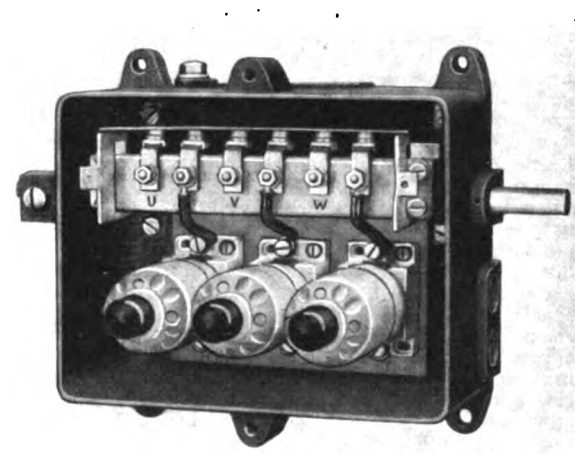


Abb. 2. Gußgekapselter Webstuhlschalter mit Stotz-Automaten.

Bei einer neuerdings von BBC, Mannheim, herausgebrachten gußeisernen Konstruktion (Abb. 2) ist zunächst die Deckelbefestigung bemerkenswert. Hierfür sind im Deckel zwei unverlierbare Schrauben mit kräftigen Handgriffen vorhanden. Die Schrauben greifen in Gewindelöcher ein, die in Lappen an den Schaltergehäusen geschnitten sind. Diese Art der Deckelbefestigung hat gegenüber der Anwendung einer Schraube und eines

Digitized by Google

Scharniers zum Aufklappen des Schalterdeckels einen erheblichen Vorteil, weil diese Bauart bei gedrängter Anordnung an den Webstühlen zu der Schwierigkeit führen kann, daß sich der Schalterdeckel nur schlecht oder überhaupt nicht öffnen läßt. Die Staubdichtung besteht aus einer Hanfschnur, die in eine Rille auf der Unterseite des Deckels eingelegt wird. Beim Befestigen des Deckels preßt sich die Hanfschnur durch das Anziehen der Befestigungschrauben auf die Oberkante des Schaltergehäuses und sorgt so für eine vollkommene Abdichtung. Auch hier erweist sich die gewählte Deckelbefestigung gegenüber der Anwendung eines Scharniers, wie beschrieben, deshalb als überlegen, weil die Dichtung durch die beiden Schrauben immer nachgezogen werden kann. — An Stelle von Sicherungen können auch Stöpsel-Selbstschalter verwendet werden. Baltz.

Fernmeldetechnik.

Das Ikonoskop, ein neues Fernsehgerät. — In einer Sitzung des Institute of Radio Engineers in Chicago wurde ein neues Fernsehgerät, das Ikonoskop des in den V. S. Amerika lebenden Russen W. Zworykin, vorgeführt, das vielversprechende Aussichten für die praktische Anwendbarkeit des Fernsehens eröffnet. Das Ikonoskop ist eine Braunsche Röhre, die als Fernsehgeber dient. Es hat keine beweglichen Teile und arbeitet vollkommen elektrisch. Die Rasterung ist sehr fein. Die wesentliche Neuerung aber besteht darin, daß das Gerät die Funktion des menschlichen Auges nachzuahmen vermag, indem es ständig das gesamte Bild „sieht" und den Bildeindruck eine gewisse Zeit lang bewahrt.

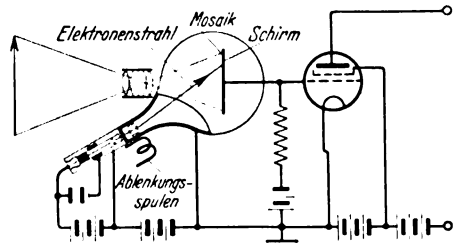


Abb. 3. Grundsätzlicher Aufbau des Ikonoskops.

Das Ikonoskop besteht aus einer Kathodenstrahlröhre, die an Stelle des Fluoreszenzschirms ein photoelektrisches Mosaik enthält, auf das das Bild mittels eines Linsensystems geworfen wird. Die einzelnen Teile der Einrichtung sind in Abb. 3 dargestellt. Im halsförmigen Teil der Röhre befindet sich eine Elektrodenanordnung (elektrische Linse), die dazu dient, die Elektronen zu einem scharfen Strahl zu bündeln und die zurückströmenden Elektronen aufzufangen. Die Platte mit der photoelektrischen Schicht hat die Abmessungen von rd. 10 · 12,5 cm. Auf ihrer Oberfläche befinden sich etwa 3 Mill kleiner Photozellen, deren jede aus einem winzigen Silberkügelchen besteht, das mit Cäsium empfindlich gemacht ist. Sie sind annähernd gleichmäßig verteilt und voneinander isoliert. Geringe Ungleichheiten in der Verteilung der Photozellen werden insofern nicht wirksam, als der Durchmesser des Lichtpunkts bedeutend größer als eine einzelne Photozelle ist und infolgedessen der Lichtstrahl gleichzeitig auf eine größere Zahl der Photozellen fällt. Die Platte besteht aus einer dünnen Glimmerschicht, deren Rückseite durch eine Metallauflage leitend gemacht ist. Da auch die Photozellen elektrische Leiter sind und von der Metallauflage der Platte durch die Glimmerzwischenlage getrennt sind, bildet jede Photozelle für sich mit der Metallplatte einen kleinen Kondensator. Die Kapazität dieser Kondensatoren beträgt mehrere hundert Mikromikrofarad je cm^2, und die Empfindlichkeit der Photozellen ist ebenso groß wie bei den neuzeitlichen Cäsiumphotozellen.

Die Wirkungsweise des Ikonoskops ist folgende. Wird eine Szene, z. B. das Bild einer gut beleuchteten Landschaft, auf die Platte geworfen, so fließen von den einzelnen Photozellen aus Ströme, die je nach der verschiedenen Stärke von Licht und Schatten in ihrer Intensität schwanken. Dadurch werden, entsprechend der Stärke der Ströme, die mit den Photozellen verbundenen Kondensatoren aufgeladen. Auf diese Weise wird das einfallende Bild in einen elektrostatischen Schirm mit vielen Tausenden elektrischer Ladungen umgewandelt, wobei jedes Kondensatorelement entsprechend der Stärke des auf seine Photozelle fallenden Lichtes aufgeladen ist.

In dem Glaskolben befindet sich, zusammen mit dem Mosaik, das Elektrodensystem, das auf den Mosaikschirm einen Elektronenstrahl schleudert, der, wie bei einer gewöhnlichen Kathodenstrahlröhre, mit Hilfe von Ablenkspulen waagerecht und senkrecht über den Schirm hingleitet. Trifft der Strahl auf eine Photozelle, dann wird das entsprechende Kondensatorelement entladen. Dieser Entladestrom wird aufgefangen, verstärkt und dem Kathodenstrahlbündel im Empfänger zugeleitet, das sich in Synchronismus mit dem Abtaststrahl im Gebegerät über einen Fluoreszenzschirm bewegt. Die in ihrer Stärke schwankenden Entladeströme modulieren den Empfangsstrahl und erzeugen damit das Bild auf dem Schirm des Empfängers.

Als Empfänger benutzt Zworykin ebenfalls eine Braunsche Röhre, das „Kineskop", das in seiner äußeren Gestalt der üblichen konisch geformten Braunschen Röhre mit ebenem Schirm gleicht und wie diese auch besondere Sammelvorrichtungen zur Konzentration des Strahls besitzt.

Das Ikonoskop löst offenbar eines der schwierigsten Probleme des Fernsehens; denn jeder einzelne Bildpunkt liefert so viel Licht, daß der resultierende Photostrom, der zum Empfang benutzt wird, wirksam verstärkt werden kann. Zworykin stellt in der Beschreibung seines Geräts fest, daß ein Bild, um als brauchbar angesprochen zu werden, in etwa 70 000 Bildpunkte zerlegt werden muß. Arbeitet man mit 20 Bildwechseln/s, so beträgt die Übertragungsdauer für jeden Bildpunkt $^1/_{1\,400\,000}$ s. Da die Stärke des Stroms, den die Photozelle liefert, von dem Produkt aus Lichtstärke und Zeit abhängt, spielt die Übertragungsdauer keine wesentliche Rolle, wenn die Lichtstärke zur Betätigung der Photozelle in dieser kurzen Zeit ausreicht. Darin liegt aber die Schwierigkeit. Bei Verwendung einer Lochscheibe nimmt der Stromwert mit dem Quadrat der Bildpunktzahl ab, weil die Zeitdauer der Belichtung bei jeglicher Steigerung der Lochzahl abnimmt. Wegen der Schwierigkeit, in dieser kurzen Zeit eine hinreichend große Lichtausbeute zu erzielen, war es bisher nicht gelungen, Freilichtszenen durch Fernsehen zu übertragen. Kann dagegen wie beim Ikonoskop die Photozelle die ganze Zeit lang das gesamte Bild „sehen", wie das menschliche Auge es vermag, dann nimmt die Wirksamkeit oder Lichtausbeute, im Gegensatz zum Lochscheibenzerleger, entsprechend der Zahl der Bildpunkte zu.

Das Ikonoskop ist also beim Arbeiten mit 70 000 Bildpunkten theoretisch 70 000mal wirksamer als die Lochscheibe, so daß man mit einer verhältnismäßig geringen Verstärkung auskommt. Gegenwärtig erreicht es etwa 10 % der theoretischen Leistungsfähigkeit und ist damit immerhin mehrere tausendmal wirksamer als eine Photozelle in Verbindung mit einer Nipkowscheibe. Die zur Zeit erreichte Empfindlichkeit des Ikonoskops entspricht etwa der eines gewöhnlichen Kinoaufnahmeapparats. Man soll schon Röhren gebaut haben, die imstande sind, ein Bild in 500 Zeilen zu zerlegen, wobei 1 mm Bildstreifen in 5 Bildzeilen abgetastet wird. (Wirel. Wld. 1933, S. 197; J. Inst. electr. Engr. Bd. 73, S. 437.) *Gth.*

Das Verhalten der magnetischen Anfangspermeabilität bei kurzen elektrischen Wellen. — Ferromagnetische Stoffe zeigen nach den Reflexionsversuchen von Hagen und Rubens im Gebiet langer Wärmestrahlen keine magnetischen Eigenschaften mehr. Ihre Permeabilität muß also von den großen Werten bei niedrigen Frequenzen mit wachsender Frequenz bis zu 1 abfallen. Wie dieser Abfall vor sich geht, ist vielfach untersucht worden. Nach den Messungen von Arkadiew und seinen Schülern zeigt sich im Gebiet kurzer elektrischer Wellen ein ausgesprochenes magnetisches Spektrum. Die Verfahren zur Bestimmung der Permeabilität bei kurzen Wellen beruhen gewöhnlich auf Messung des Widerstandes und der Selbstinduktion ferromagnetischer Leiter. Die Schwierigkeit liegt in dem stark ausgeprägten Hauteffekt; die Schichtdicke, in der die Magnetisierung vor sich geht, wird bei höheren Frequenzen sehr gering, und kleine Meßfehler haben starken Einfluß auf den berechneten Wert der Permeabilität. Daher nimmt der Verfasser ältere Versuche von Sokolow wieder auf und mißt mit möglichst großer Genauigkeit den Energieabfall und die Wellenlänge an einem 40 m langen Lecher-System. Die Messungen zeigen im untersuchten Frequenzgebiet kein Anzeichen der von den russischen Forschern behaupteten magnetischen Anomalie. Sie zeigen aber, daß der Hauteffekt auf den Widerstand ferromagnetischer Drähte anders wirkt als auf die Selbstinduktion, so daß die aus dem Widerstand berechneten Werte der Permeabilität wesent-

Digitized by Google

lich größer als die aus der Selbstinduktion berechneten sind. Nach M. Wien erklärt sich dies daraus, daß Stromlinien und magnetische Kraftlinien in einer äußerst dünnen Schicht an der Oberfläche des Drahtes verlaufen, wo schon eine merkliche Änderung der Leitfähigkeit und der Permeabilität gegenüber dem Kern vorhanden ist. Die magnetischen Kraftlinien, die außerhalb der Stromlinien verlaufen, werden dabei noch mehr als jene nach der Oberfläche gedrängt, so daß die Hautwirkung bei der Selbstinduktion stärker zur Geltung kommt als bei dem Widerstand. (R. Michels, Ann. Physik Bd. 8, S. 877; M. Wien, Ann. Physik Bd. 8, S. 899.) *Br.*

Verschiedenes.

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1932. — Von den Arbeiten der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt sollen hier die wichtigsten der Abteilung 2 (Elektrizität und Magnetismus) besprochen werden, soweit über sie noch nicht nach besonderen Veröffentlichungen berichtet worden ist.

Internationale Vergleiche der elektrischen Einheiten wurden zwischen dem Bureau of Standards und der Reichsanstalt ausgeführt. Sie ergaben für die Widerstandseinheit PTR—BS $= 1{,}7 \cdot 10^{-6}$ und für die Spannungseinheit PTR—BS $= 1{,}8 \cdot 10^{-5}$.

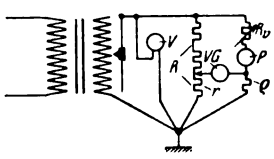


Abb. 4. Kompensationsschaltung für die Prüfung eines Gleichrichter-Strommessers.

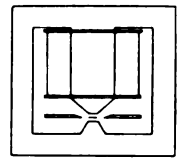


Abb. 5. Skizze des Vibrationsgalvanometers.

Die Untersuchung des Temperaturkoeffizienten von Quarzstäben lieferte das wichtige Ergebnis, daß dieser Wert für Stäbe quadratischen Querschnitts mit abnehmendem Verhältnis V der Querschnittseite zur elastischen Halbwellenlänge von positiven zu negativen Werten übergeht; für $V \approx 0{,}25$ ist er vernachlässigbar klein. Diese Erkenntnis wurde bei der Konstruktion zweier neuer Quarzuhren ausgenutzt.

Internationale Frequenzmessungen wurden mit einer durch einen Stimmgabelgenerator des National Physical Laboratory erzeugten Frequenz von 1000 Hz ausgeführt, die als Modulationsfrequenz der Trägerfrequenz von 193 000 Hz des englischen Senders Daventry ausgestrahlt wurde. Sie wurde mit der 2. Frequenzteilerstufe einer Quarzuhr von 998,5871 Hz überlagert und der Wert der Differenzfrequenz mit Rekorder und Normaluhr bestimmt. Die sinusförmige Schwingung der Differenzfrequenz wurde in synchrone scharf markierbare Kondensatorentladungen umgewandelt. Die Messungen ergaben die beste bisher erreichte Übereinstimmung: Berlin 1000,0002, Teddington 1000,0001, Paris 1000,0001, Warschau 999,9997 Hz.

Für Zähler sind neue Beglaubigungsgrenzen aufgestellt worden, bei denen die Verschärfung sich besonders auf kleine Lasten und auf die Lasten bei Phasenverschiebung erstreckt. Ihre Inkraftsetzung ist jedoch mit Rücksicht auf die wirtschaftliche Lage erst für einen späteren Zeitpunkt ins Auge gefaßt. Ein Studium von hydraulischen Reglern nach Thoma, die in Verbindung mit Drehtransformatoren als selbsttätige Spannungsregler für die Eichspannung an die Netzspannung angeschlossen werden, ergab, daß bei sorgfältiger Einstellung der Steuerung die Netzschwankungen mit einer für Zählerprüfungen ausreichenden Genauigkeit von unter 0,1 % ausgeglichen werden.

Für die Prüfung von Drehspul-Meßgeräten mit Trockengleichrichtern, die zum Teil in Verbindung mit Meßwandlern für sehr kleine Ströme und Spannungen gebaut werden, wurde das Kompensationsverfahren der Abb. 4 ausgearbeitet. An der regelbaren Spannung U liegen ein Präzisionsspannungsmesser V und eine Reihenschaltung R von Widerständen. Der Teilwiderstand r von 50 Ω ist als Schleifdraht ausgebildet und hat eine sich auf 50,0 Ω beziehende Prozentteilung. Der Prüfling P liegt in einer Reihe mit einem Normalwiderstand ϱ und einem regelbaren Vorschaltwiderstand R_v ebenfalls an der Spannung U. Sind u und i die Meßbereiche von Spannungsmesser V und Strommesser P, so muß die Beziehung $u \cdot 50/R = i\varrho$ erfüllt sein. V und P werden auf einander entsprechende Skalenteile eingestellt durch Regeln der Spannung bzw. durch Ändern von R_v. Der Ausschlag des Vibrationsgalvanometers VG wird durch Verschieben des Schleifkontaktes zum Verschwinden gebracht und am Schleifdraht der prozentische Fehler des vom Prüfling angegebenen Stromes abgelesen. Bei der Prüfung von Spannungsmessern wird der Prüfling parallel zum Widerstand ϱ gelegt.

Um die Empfindlichkeit des Schering-Schmidtschen Vibrationsgalvanometers zu steigern, wurde dem Gerät die Form der Abb. 5 gegeben. Der Eisenkern ist aus geblättertem Nickeleisen nach Art eines Manteltransformators aufgebaut. Die Wechselstromspule sitzt auf dem Mittelkern. Das System besteht aus einem Dauermagneten aus Kobaltstahl. Die nicht gezeichneten Gleichstromspulen für die zusätzliche Magnetisierung bzw. Abstimmung stehen senkrecht zur Zeichenebene. Bei 50 Hz wurden eine Stromempfindlichkeit von $2{,}5 \cdot 10^{-9}$ A und eine Spannungsempfindlichkeit von $3{,}5 \cdot 10^{-7}$ V je mm Ausschlag bei 1 m Skalenabstand erreicht. Die Empfindlichkeit ist etwa 20mal größer als bei dem alten Gerät.

Die piezoelektrische Druckmessung wurde weiter ausgebaut. Es wurden gemessen kleine Drehbeschleunigungen am Schwungrad eines Walzwerkantriebs, der Druckverlauf im Vorschubapparat eines Pilgerwalzwerks, der Gasdruck am Verbrennungsmotor und die Vertikalschwingungen an einem Turbinenlager.

Die magnetische Meßeinrichtung wurde verbessert, indem ein neues Epstein-Gerät mit kurzen Kompensationsspulen an den Enden der Primärwicklung versehen wurde. Die Kompensation der Streuung kann so genau geregelt werden, daß die Zone völlig gleicher Induktion in der Mitte jedes Epstein-Bündels größer als 25 cm ist. Daher kann die Feldstärke mit Hilfe der Gumlich-Rogowski-Spulen sehr genau gemessen werden, ohne einer Korrektur zu bedürfen. Die untere Grenze der Feldstärke, bei der noch zuverlässige Meßergebnisse erhalten werden, konnte so von 10 A/cm bis auf 0,1 A/cm verschoben werden.

Zum Nachweis feinster Nietlochrisse wurde ein elektromagnetisches Verfahren ausgearbeitet. Durch das sauber ausgebohrte Nietloch wird ein dünner Eisenstab zentral hindurchgesteckt, in welchem durch vor und hinter der Blechplatte aufgesetzte Spulen ein starker Wechselfluß erzeugt wird. Auch feinste Risse machen sich dann durch Potentialschwankungen auf der Zylinderfläche des Nietloches bemerkbar, die nachgewiesen werden, indem man zwei feine Schleiffedern in kleinem festen Abstand auf der Zylinderfläche verschiebt. Als Anzeigegerät dient ein Millivoltmeter mit Verstärker und Trockengleichrichter. (Z. Instrumentenkde. Bd. 53, 1933, Sonderabdruck.) *Br.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Die Herbsttagung der Deutschen Gesellschaft für Erdölforschung[1]. Die Deutsche Gesellschaft für Erdölforschung, deren Aufgabe es ist, durch technisch-wissenschaftliche Arbeiten die deutsche Abhängigkeit in der Versorgung mit flüssigen Brennstoffen vom Ausland möglichst zu beseitigen, hielt vom 17. — 19. IX. d. J. in Berlin unter starker Teilnahme von Vertretern fast aller Reichs- und Länderministerien und zahlreicher Teilnehmer aus Wissenschaft und Industrie ihre Herbsttagung ab. Die öffentliche Tagung am Sonntag brachte neben anderen grundlegenden Referaten programmatische Ausführungen des Herrn Staatsekretärs Gottfried Feder und eine Übersicht über die Probleme durch Herrn Professor Dr. Ubbelohde. Als Ergebnis der anschließenden Arbeitstagungen der Fachgruppen kann man zusammenfassend sagen, daß es neben der größtmöglichen Steigerung der deutschen Erdölförderung eine Anzahl Möglichkeiten gibt, flüssige Brennstoffe aus deutschen Rohmaterialien, ausgehend von der Kohle, herzustellen. Allerdings kann man nicht einfach die vorhandenen Produktionsanlagen entsprechend dem Bedarf vervielfachen. Bei jedem Verfahren fallen außer den erwünschten Erzeugnissen Nebenprodukte an, deren Verwendung oder Weiterverarbeitung Schwierigkeiten verursacht. Die Herstellung der verschiedenen Produkte muß deshalb so aufeinander abgestimmt werden, daß der Gesamteffekt ein möglichst hoher und günstiger und die Entstehung unerwünschter Nebenerzeugnisse, z. B. Koks, möglichst eingeschränkt wird.

[1] Durch einstimmigen Beschluß wurde der Name der Gesellschaft geändert in: Deutsche Gesellschaft für Mineralölforschung.

Digitized by Google

Wenn auch die flüssigen Brennstoffe ihre größte Bedeutung für den Betrieb von Fahrzeugen aller Art haben, so können sie doch auch für die allgemeine Energiewirtschaft, also die stationäre Kraft- bzw. Elektrizitätserzeugung größere Bedeutung als bisher gewinnen. Das gilt besonders, wenn man die möglichst zweckmäßige Verwertung der Nebenprodukte ins Auge faßt, für die eine gewisse Verbundwirtschaft und Gemeinschaftsarbeit zwischen Erdölerzeugung, Elektrizitätserzeugung und Gaswirtschaft zweifellos sehr förderlich sein kann.

Die Herbeiführung einer brauchbaren Lösung dieser Frage ist jedoch noch an eine Reihe von Voraussetzungen geknüpft. So wäre es notwendig, daß der Maschinenbau dazu käme, Motoren größerer Leistungen mit möglichst hoher Tourenzahl im Reihenbau, d. h. billig herzustellen. Ferner müßte die Verwendung der Motoren in der Elektrowirtschaft auf zweckmäßige Weise gelöst werden. Ein Weg dazu wäre vielleicht die dezentralisierte Erzeugung der Spitzen- oder sonstiger kurzfristig verlangter Leistung, verbunden mit einer gewissen örtlichen Reserve, soweit mit diesen Dingen eine Kostenermäßigung verbunden ist. Allerdings wird man kaum die Errichtung solcher Anlagen der Initiative oder Liebhaberei örtlicher Stellen überlassen können, sie muß vielmehr organisch in die Gesamtversorgung der einzelnen Wirtschaftsgebiete eingegliedert werden.

Die Beseitigung der heutigen außersachlichen und außerwirtschaftlichen Belastungen der Elektrizitätsversorgung mit Finanzzuschlägen u. dgl. wird dann wahrscheinlich auch dazu führen, daß der Anreiz, kleinere Verbrennungsmotoren an Stelle von Elektromotoren zu verwenden, auf das durch rein wirtschaftlich bedingte Momente gegebene Maß zurückgeführt wird.

Die Verarbeitung des Erdöls bzw. der Kohle und ihrer Derivate kann für die stationäre Krafterzeugung an Brennstoffen zur Verfügung stellen:

1. Die Treibstoffe aus deutschem Gasöl und aus der Braunkohle; sie unterscheiden sich in keiner Weise vom ausländischen Gasöl;

2. das Steinkohlenteeröl; es bereitet durch seine schwerere Entzündbarkeit gewisse Schwierigkeiten, wenigstens wenn man es in Motoren verwenden will, die normal für gasölähnliche Brennstoffe gebaut sind. Man muß für Steinkohlenteeröl entweder Motoren mit besonders hoher Kompression bauen, was aber aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nicht ohne weiteres angängig ist, oder aber Kunstgriffe anwenden, um das Brennstoffgemisch im Zylinder zu erhitzen oder leichter zu entzünden, sei es durch Zündkerzen, Wärmespeicherung oder ähnliches. Der saure Charakter des Öls begünstigt die Bildung von Korrosionen, die durch Verwendung bester Stähle an den gefährdeten Stellen bekämpft werden müssen. Die erwähnten Schwierigkeiten wären aber schließlich zu überwinden, wenn dafür gesorgt wird, daß das Steinkohlenteeröl eine größere qualitative Gleichmäßigkeit als bisher aufweist. Allerdings dürfte eine besondere Aufbereitung das Öl zu sehr verteuern, da es bereits heute gegenüber dem ausländischen Gasöl als zu teuer angesprochen werden muß, wenigstens wenn man von rein wirtschaftlichen Überlegungen ausgeht. Zweifellos kann aber mit einer Teillösung durch Verwendung des Steinkohlenteeröls in Dieselmotoren gerechnet werden.

3. Die noch sonst in Frage kommenden Möglichkeiten, z. B. die der Druckelektrolyse in Zusammenwirken mit dem Knallgasmotor, die wenigstens theoretisch Lösungsmöglichkeiten für das Spitzenproblem und die Verbesserung der Belastung der Elektrizitätswerke bieten könnte, ebenso wie der Kohlenstaubmotor, über den ebenfalls berichtet wurde, befinden sich noch immer im Versuchstadium, wenn auch gewisse praktische Erfolge eine technische Lösung des Problems als möglich erscheinen lassen. Ob aber eine wirtschaftliche Eingliederung dieser Sonderkraftmaschinen in die allgemeine Kraftwirtschaft möglich sein wird, bleibt noch besonders festzustellen. Paul Niemann, Köln-Ehrenfeld.

RECHTSPFLEGE.

Reichsgericht über Angestelltenerfindungen. — Das RG. hat sich in zwei neueren Entscheidungen mit Angestelltenerfindungen beschäftigt.

Der Reichstarifvertrag für akademisch vorgebildete Angestellte der chemischen Industrie vom 20. VIII. 1920, der bekanntlich über den Kreis dieser Angestellten hinaus Geltung gewonnen hat, unterscheidet unter den Angestelltenerfindungen, d. h. unter den Erfindungen der Angestellten im Rahmen ihres Aufgabenkreises, erstens Betriebserfindungen und zweitens Diensterfindungen. Nur für letztere steht den Angestellten ein Recht auf Namensnennung und, falls vertraglich ausgemacht, eine angemessene Vergütung zu. Der Unterschied zwischen den beiden Arten von Angestelltenerfindungen ist häufig zweifelhaft. Das RG. verlangt nach der Entscheidung vom 7. XII. 1932 für Diensterfindungen eine erfinderische Leistung des Angestellten, die über das hinausgeht, was sich durch rein handwerksmäßige Tätigkeit auf Grund der Anregungen, Erfahrungen und Vorarbeiten des Betriebes erreichen läßt und den Rahmen einer Betriebserfindung bestimmt. Was dem Angestellten bei dem ihm zugewiesenen auf Verbesserungen gerichteten Arbeiten mühelos zufällt, kann er nicht für sich verrechnen. Er hat aber bei Diensterfindungen außer dem obengenannten Anspruch nur insoweit Recht auf unmittelbare Beteiligung am Patenterteilungsverfahren, wie eine solche Beteiligung des Erfinders neben dem Anmelder nach den Gesetzen des betreffenden Landes zugelassen ist, also nach Deutschem Recht keineswegs so weit, daß er dem Dienstherrn das Patenterteilungsverfahren aus der Hand nehmen kann.

Nach der anderen Entscheidung des RG. vom 23. II. 1933 fällt die Angestelltenerfindung dem Dienstherrn ohne besonderen Übertragungsakt zu. Teilt der Angestellte die Erfindung einem Dritten mit, so liegt widerrechtliche Entnahme vor, der der Dienstherr vor Erteilung des Patents durch Einspruch, nach Erteilung des Patents entweder durch Nichtigkeitsklage innerhalb der dazu gesetzten Frist oder nach § 823 BGB. durch Klage auf Übertragung des Patents begegnen kann (vgl. Pietzker, Patentgesetz S. 390, Anm. 18). Das Recht des Dienstherrn auf die Erfindung wird dadurch nicht geschmälert, daß die Erfindung während eines Urlaubs gemacht ist, der unmittelbar vor Beendigung des Dienstverhältnisses gewährt war. Ein Recht des Dienstherrn an der Erfindung besteht aber nur, wenn die Erfindung bei Aufgabe der Stellung fertig war, wofür nicht zu geringe Anforderungen zu stellen sind. Die Erfindung ist als fertig anzusehen, wenn die technische Aufgabe so weit gelöst ist, daß eine Patentanmeldung erfolgen und ein anderer Sachverständiger auf Grund der vorhandenen Unterlagen die Erfindung benutzen kann. (Gewerbl. Rechtsschutz 1933, S. 225 u. 483.) Kahle.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Doppelmitgliedschaft.

Bei Doppelmitgliedschaft im VDE und VDI wird für 1934 jeder Verein auf die Mitgliedsbeiträge der Staffeln 2, 3 und 4 einschließlich RTA-Nachrichten (24,—, 36,— und 50,— RM) eine Ermäßigung von 25 % gewähren, so daß bei Doppelmitgliedschaft im VDE und VDI das betreffende Mitglied an jeden Verein zu zahlen hat:

bei Staffel	2	statt	24,— RM	. . . .	18,— RM
„	„ 3	„	36,— „	. . . .	27,— „
„	„ 4	„	50,— „	. . . .	37,50 „.

Es ist hierbei gleichgültig, welcher Verein dem Mitgliede die RTA-Nachrichten liefert, da jeder Verein (VDE und VDI) an den Kosten dieser Lieferung mit je 2,50 RM beteiligt ist.

Von den bereits gezahlten Doppelmitgliedschafts-Beiträgen nach den veröffentlichten Staffeln werden den betreffenden Mitgliedern die Differenzbeträge durch die zuständigen Vereine bzw. vom Verband zurückvergütet.

Digitized by Google

Nachstehend veröffentlichen wir die vom Führer des Verbandes genehmigte Satzung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, die sofort in Kraft tritt.

Satzung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker E. V.

I. Name und Sitz.

§ 1.

Der Verband führt den Namen:

Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE).

Er ist aus dem am 22. Januar 1893 gegründeten „Verband der Elektrotechniker Deutschlands" hervorgegangen und am 15. Dezember 1902 unter Nummer 298 in das Vereinsregister des Amtsgerichts Berlin Mitte eingetragen.

Sein Sitz ist Berlin.

II. Zweck.

§ 2.

Durch den Verband soll ein Zusammenschluß aller deutschen Elektrotechniker herbeigeführt sowie eine ständige Vertretung und Förderung der deutschen Elektrotechnik in technisch-wissenschaftlicher und berufsständischer Richtung geschaffen werden.

Der Verband vertritt die Belange der deutschen Elektrotechnik im In- und Auslande.

Der Verband ist gemeinnützig. Ausgeschlossen sind Erwerbs- oder sonstige eigenwirtschaftliche Zwecke.

§ 3.

Zur Erreichung des Verbandszweckes und als Mittel zur Durchführung der Verbandsarbeiten dienen:

1. Anregung und Förderung von Forschungsarbeiten auf allen Gebieten der Elektrotechnik.
2. Aufstellung und Auslegung der VDE-Bestimmungen und Überwachung ihrer Ausführung.
3. Unterhaltung der VDE-Prüfstelle.
4. Herausgabe der Verbandszeitschrift „Elektrotechnische Zeitschrift" (ETZ) und sonstiger, insbesondere wissenschaftlicher Arbeiten.
5. Mitwirkung bei der Ausgestaltung des Bildungswesens in Bezug auf die Elektrotechnik.
6. Veranstaltungen (Versammlungen, Vorträge und Verhandlungen) des Verbandes und seiner Gaue.
7. Zusammenarbeit mit anderen Berufsverbänden und Vereinigungen.
8. Sonstige die Zwecke des Verbandes fördernde Maßnahmen.

III. Mitgliedschaft.

§ 4.

Mitglieder.

Der Verband umfaßt:

Ordentliche Mitglieder.
Außerordentliche Mitglieder.
Jungmitglieder.
Korrespondierende und Ehrenmitglieder.
Altmitglieder.

Als Mitglieder können aufgenommen werden:

Ordentliche Mitglieder.

a) Reichsdeutsche, die arischer Abstammung sind und sich auf dem Gebiet der Elektrotechnik und verwandter Berufszweige wissenschaftlich, praktisch oder wirtschaftlich betätigen.
b) Reichsdeutsche Behörden.
c) Reichsdeutsche rechtsfähige Vereine, soweit deren Mitglieder den Bedingungen unter a) entsprechen.
d) Reichsdeutsche Fabrikations- und Handelsgesellschaften, soweit sie rechtsfähig sind, Einzelfirmen, soweit der jeweilige Inhaber den Bedingungen unter a) entspricht.
e) Grenz- und Auslandsdeutsche, die den Bedingungen unter a) entsprechen.
f) Grenz- und auslandsdeutsche Schulen und Vereine, soweit sie ausgesprochene Einrichtungen des deutschen Volkstums sind und unter arischer Leitung stehen.

Die Mitglieder haben Anspruch auf Zusendung der Verbandszeitschrift und auf Bezug von Verbandsveröffentlichungen zu ermäßigten Preisen. Jedes Verbandsmitglied hat bei Beschlußfassungen eine Stimme, die bei Körperschaftsmitgliedern durch schriftlich Beauftragte arischer Abstammung abgegeben werden kann.

Außerordentliche Mitglieder.

g) Ausländische Staatsangehörige, Fabrikations- und Handelsgesellschaften, die nicht von e) bzw. d) erfaßt werden.

Diese Mitglieder haben die gleichen Rechte wie die ordentlichen Mitglieder, jedoch kein Stimmrecht.

Jungmitglieder.

h) Deutsche Studierende von Hochschulen sowie deutsche Besucher der staatlichen höheren technischen Lehranstalten und der diesen gleich zu achtenden technischen Schulen, soweit sie später Mitglied des Verbandes werden können.

Die Jungmitglieder haben die gleichen Rechte wie die ordentlichen Mitglieder, jedoch kein Stimmrecht.

Ehrenmitglieder und korrespondierende Mitglieder.

i) Zu Ehrenmitgliedern und korrespondierenden Mitgliedern können Personen ernannt werden, die sich um den Verband und seine Zwecke besondere Verdienste erworben oder auf dem Gebiete der Elektrotechnik Hervorragendes geleistet haben und im übrigen den Bedingungen unter a), e) oder g) entsprechen.

Die Ehrenmitglieder genießen die Rechte der ordentlichen Mitglieder.

Die korrespondierenden Mitglieder genießen die Rechte der außerordentlichen Mitglieder.

Altmitglieder.

k) Ordentliche Mitglieder über 60 Jahre, die dem Verbande mindestens 30 Jahre persönlich angehört haben und keine regelmäßige wirtschaftliche Tätigkeit mehr ausüben, können auf Vorschlag des Gauleiters als Altmitglieder dem Verbande weiter angehören und von der Beitragszahlung befreit werden, sofern sie auf den Bezug der Verbandszeitschrift verzichten. Im übrigen genießen sie die Rechte der ordentlichen Mitglieder.

§ 5.

Die Mitglieder sind verpflichtet, sich für die Förderung der Bestrebungen des Verbandes einzusetzen.

§ 6.

Erwerb der Mitgliedschaft.

Natürliche und juristische Personen, deren Wohnsitz bzw. Sitz sich im Deutschen Reich oder in Danzig befindet, richten ihren Antrag um Aufnahme in den VDE schriftlich an den Gauleiter ihres Wohnsitzes bzw. Sitzes; sie gehören nach der Aufnahme diesem Gau an.

Natürliche und juristische Personen, deren Wohnsitz bzw. Sitz sich im Ausland befindet, haben den Antrag an den Führerrat des Verbandes zu richten; sie können einem Gau nach eigener Wahl angehören.

Liegen diesbezügliche Wünsche nicht vor, so werden die Grenzdeutschen nach Möglichkeit dem nächstgelegenen Gau, die Auslandsdeutschen dem Gau Berlin (Brandenburg) angegliedert.

Über die Aufnahme sämtlicher Mitglieder entscheidet der Führer des Verbandes. Er kann dieses Recht den Gauleitern übertragen.

§ 7.

Beendigung der Mitgliedschaft.

Die Mitgliedschaft endet:

1. durch Austritt. — Der Austritt kann nur zum Ablauf eines Geschäftsjahres nach mindestens 6 Wochen vorher erfolgter schriftlicher Anzeige geschehen. Er wird rechtswirksam, wenn das Mitglied seiner Beitragspflicht nachgekommen ist. Bei verspäteter Austrittserklärung besteht Beitragspflicht für das folgende Kalenderjahr.
2. durch Ausschluß. — Der Ausschluß eines Mitgliedes kann von dem Führer des Verbandes ausgesprochen werden:
   a) wenn das Mitglied — trotz Mahnung — länger als 3 Monate mit den Verbandsbeiträgen im Rückstand ist;
   b) wenn das Verhalten eines Mitgliedes den Belangen des Verbandes zuwiderläuft. Die zuständige Gauleitung ist vorher zu hören.
3. für Jungmitglieder mit dem Ende des Studiums oder des Besuches der technischen Lehranstalten. Jungmitglieder treten ohne weiteres zu den ordentlichen Mitgliedern über, sofern sie ihren Austritt nicht schriftlich anzeigen.

§ 8.

Mitgliedsbeiträge.

Der Mitgliedsbeitrag für Einzelmitglieder und Körperschaftsmitglieder wird von dem Führer des Verbandes festgesetzt.

Ehrenmitglieder und korrespondierende Mitglieder sind zur Beitragszahlung nicht verpflichtet.

Digitized by Google

Für jedes im Ausland wohnende Mitglied wird zu dem Mitgliedsbeitrag ein Auslandszuschlag für Mehrausgaben erhoben, dessen Höhe von dem Führer des Verbandes festgelegt wird.

Über die Einziehung der Mitgliedsbeiträge trifft der Führer des Verbandes die erforderlichen Bestimmungen.

IV. Gliederung des Verbandes.

§ 9.

Organe des Verbandes sind:

1. Der Führer.
2. Der Führerrat.
3. Der Führerbeirat.
4. Die Mitgliederversammlung.
5. Die Geschäftstelle.
6. Die Ausschüsse (Kommissionen).
7. Die Gaue.

§ 10.

Der Führer des Verbandes.

Der Führer leitet den Verband nach Maßgabe der Satzung; er muß Angehöriger der NSDAP sein.

Der Führer und im Falle seiner Behinderung einer seiner Stellvertreter ist der gesetzliche Vertreter des Verbandes.

Der Führer wird von dem Führerbeirat durch einfache Stimmenmehrheit auf 2 Jahre gewählt. Wiederwahl ist zulässig, doch soll die Amtsdauer im allgemeinen 6 Jahre nicht überschreiten.

Die Amtsdauer beginnt mit dem 1. Januar des der Wahl folgenden Jahres. Der Führer des Verbandes bleibt nach Ablauf seiner Amtsdauer weitere 2 Jahre Mitglied des Führerbeirates.

Der Führer beruft Mitgliederversammlungen, Führerrats- und Führerbeiratssitzungen ein und leitet sie. Er kann die Leitung der Veranstaltung seinem Stellvertreter übertragen. Mit der Einladung zu den Sitzungen ist die Tagesordnung bekanntzugeben.

Der Führer legt der Mitgliederversammlung Rechnung nach Prüfung der Bücher durch die jährlich von dem Führerrat zu ernennenden Rechnungsprüfer unter Hinzuziehung eines vereidigten Bücherrevisors oder eines Treuhänders.

§ 11.

Der Führerrat.

Der Führerrat besteht aus dem Führer, aus einem ersten und einem zweiten Stellvertreter und weiteren 9 Mitgliedern.

Die Mitglieder des Führerrats werden von dem Führer widerruflich in der Regel auf 2 Jahre ernannt.

Beginn und Dauer des Amts der Mitglieder des Führerrats richten sich nach der Amtsdauer des Führers.

Die Mitglieder des Führerrats bilden die engeren Mitarbeiter des Führers; sie können mit besonderen Aufgaben betraut werden.

Über die Verhandlungen des Führerrats ist eine Niederschrift aufzunehmen, die allen Mitgliedern des Führerrats zugesandt wird.

Insbesondere hat der Führerrat die Wahlvorschläge für die Neuwahl des Führers vorzubereiten.

§ 12.

Der Führerbeirat.

Der Führerbeirat besteht aus:
dem Führer des Verbandes und seinem Vorgänger (vgl. § 10, Abs. 4),
den Mitgliedern des Führerrats und
den Vertretern der Gaue.

Jeder Gau entsendet für je angefangene 400 seiner ordentlichen Mitglieder einen Vertreter in den Führerbeirat. Erster Vertreter ist jeweils der Gauleiter oder sein Vertreter. Weitere Vertreter werden vom Gauleiter widerruflich ernannt. Maßgebend für die Zahl der Gauvertreter ist die von der Geschäftstelle des Verbandes am 1. Mai jeden Jahres festgestellte Mitgliederzahl. Für einen während der 2-jährigen Amtsdauer ausscheidenden Gauvertreter ernennt der zuständige Gauleiter einen Ersatzmann für den Rest der Amtsdauer.

Jährlich findet eine ordentliche Führerbeiratssitzung, in der Regel am Orte der Mitgliederversammlung, statt. Die Leitung dieser Sitzung hat der Führer des Verbandes.

Der Führerbeirat muß mindestens 14 Tage vor der Sitzung unter Bekanntgabe der Tagesordnung geladen sein.

Die Verhandlungen des Führerbeirates sind in der Regel mündlich, in dringenden Fällen schriftlich mit mindestens 8-tägiger Fristsetzung.

Der Führer des Verbandes entscheidet darüber, ob Angelegenheiten, die nicht mit der Tagesordnung bekanntgegeben sind, in einer Führerbeiratssitzung behandelt werden.

Über die Verhandlungen des Führerbeirates ist eine Niederschrift aufzunehmen, die allen Mitgliedern des Führerbeirates zugesandt wird.

Der Führerbeirat ist zuständig zur Beratung und Äußerung über die ihm vom Führer des Verbandes zugeleiteten Vorlagen, und zwar:

1. für grundsätzliche Maßnahmen, wie Änderung der Satzung,
2. für an ihn vom Führer des Verbandes gerichtete Anträge oder Anregungen,
3. Auflösung des Verbandes.

(Über die Wahl des Führers s. § 10.)

§ 13.

Mitgliederversammlung.

Ort und Zeit der grundsätzlich jährlich stattfindenden Mitgliederversammlung bestimmt der Führer des Verbandes. Die Einladung soll wenigstens 8 Wochen, die Tagesordnung wenigstens 6 Wochen vorher in der Elektrotechnischen Zeitschrift veröffentlicht werden.

In dringenden Fällen kann der Führer des Verbandes eine außerordentliche Mitgliederversammlung einberufen.

Die Mitgliederversammlung dient:
zur Unterrichtung der Mitglieder über wissenschaftliche und technische Fragen durch Vorträge, Fachberichte und zu Aussprachen,
zur Entgegennahme der technischen und geschäftlichen Jahresberichte.

Die Mitgliederversammlung entscheidet:
über Ehrungen, wie die Wahl von Ehrenmitgliedern,
über die Auflösung des Verbandes.

Die Auflösung des Verbandes kann nur erfolgen, wenn sich in ¾ der Gaue mindestens je ⅔ der ordentlichen Mitglieder mit zusammen mindestens der Hälfte der ordentlichen Verbandsmitglieder dafür entschieden haben. Über die Abstimmung berichten die Gauleiter in der über die Auflösung beschließenden Mitgliederversammlung.

Der Geschäftsführer nimmt über jede Mitgliederversammlung eine Niederschrift auf, die vom Führer des Verbandes gegenzuzeichnen ist.

§ 14.

Geschäftstelle.

Die Geschäftstelle hat ihren Sitz in Berlin.

Der Führer bestimmt die Art und Anzahl der Angestellten der Geschäftstelle, er setzt die Vertragsbedingungen und die Gehälter fest.

Die Geschäftstelle wird von einem Geschäftsführer (Direktor) geleitet. Der Führer bestimmt zur Vertretung des Geschäftsführers einen ständigen Vertreter aus den Angestellten der Geschäftstelle.

Der Geschäftsführer bzw. seine Vertreter können von amtswegen an allen Sitzungen der einzelnen Organe des Verbandes teilnehmen.

§ 15.

Ausschüsse (Kommissionen).

Zur Behandlung bestimmter Aufgaben werden von dem Führer Ausschüsse aus Fachleuten gebildet. Den Vorsitzenden dieser Ausschüsse bestimmt der Führer; er entscheidet auch über die ihm von den Ausschüssen zu erstattenden Berichte.

Der Geschäftsführer und seine Vertreter sind von amtswegen Mitglieder der Ausschüsse.

Der Führer kann die den Ausschüssen übertragenen Aufgaben jederzeit erweitern oder für beendet erklären.

Die Mitglieder der Ausschüsse müssen Reichsdeutsche arischer Abstammung sein.

Die Sitzungen werden nach Fühlungnahme mit dem Vorsitzenden der Ausschüsse durch die Geschäftstelle einberufen.

Abstimmungen finden in den Ausschüssen nicht statt. Der Vorsitzende des Ausschusses berichtet nach Abschluß der Aufgabe über die Geschäftstelle an den Führer des Verbandes. Wird ein abschließendes Ergebnis nicht erreicht, so entscheidet der Geschäftsführer des Verbandes über die weitere Behandlung der Aufgabe. Der Geschäftstelle steht das Recht zu, gegen Beschlüsse der Ausschüsse Einspruch zu erheben und eine erneute Beratung unter Beachtung der Begründung des Einspruches zu fordern.

Digitized by Google

§ 16.

Aufbau des Verbandes (Gaue).

Der Verband gliedert sich in Gaue.

Die Gaue regeln ihre Verwaltungstätigkeit selbst und haben die Zwecke des Verbandes zu fördern.

Die Gauleiter werden von dem Führer des Gesamtverbandes bestätigt.

Der Gauleiter soll der NSDAP angehören.

Für die Gaue gilt die vom Führer des Verbandes aufgestellte Einheitssatzung.

Die Gaue können Ehrenmitglieder ihres Gaubezirkes ernennen, denen daraus, wenn sie keine VDE-Mitglieder sind, weder Rechte noch Pflichten gegen den Verband erwachsen. Für jede solche Ehrung ist das Einverständnis des Führers des Verbandes vor Erteilung einzuholen.

Die Gaue können von ihren Gaumitgliedern besondere Umlagen erheben.

Zur Bildung eines neuen Gaues sind mindestens 100 ordentliche Mitglieder erforderlich. Ausnahmen sind nur mit Genehmigung des Führers des Verbandes zulässig. Die Neubildung von Gauen bedarf der Genehmigung des Führers des Verbandes.

Den Gauen stehen von den festgesetzten Mitgliedsbeiträgen Anteile zu, deren Höhe vom Führer des Verbandes festgesetzt wird.

Wirtschaftlich schwachen Gauen mit einer Mitgliederzahl unter 100 Mitgliedern kann der Führer des Verbandes auf Antrag nach Vorlegung des Haushalts des betreffenden Gaues eine Jahresbeihilfe gewähren.

§ 17.

Prüfstelle.

Der Geschäftstelle ist eine Prüfstelle unterstellt, die den Zweck hat, elektrotechnische Erzeugnisse daraufhin zu prüfen, ob sie den VDE-Bestimmungen entsprechen, sowie Vorbereitungsarbeiten für die technischen Aufgaben des Verbandes zu leisten.

Einrichtungen und Arbeitsweise der Prüfstelle werden in einer besonderen, vom Führer des Verbandes genehmigten Geschäftsordnung geregelt.

§ 18.

Veröffentlichungen.

Die Bearbeitung des Schriftwesens erfolgt durch die Geschäftstelle. Es umfaßt die Elektrotechnische Zeitschrift und alle anderen Veröffentlichungen des Verbandes. Für ihre Verwaltung werden vom Führer des Verbandes besondere Bestimmungen getroffen.

V. Allgemeines.

§ 19.

Die Tätigkeit der Mitglieder des Führerrats, des Führerbeirates und der Ausschüsse ist ehrenamtlich.

Der Führer setzt die Entschädigungen für die im Auftrage des Verbandes ausgeführten Reisen und Verhandlungen fest, sofern nicht die Kosten von dem Betreffenden selbst getragen oder auf Dritte übertragen werden können; das gleiche gilt für den Geschäftsführer und die Angestellten der Geschäftstelle.

§ 20.

Das Geschäftsjahr ist das Kalenderjahr.

VI. Übergangsbestimmungen.

§ 21.

Abweichend von der vorstehenden Satzung, die sofort in Kraft tritt, werden für die Zeit bis zur Mitgliederversammlung 1935 folgende Übergangsbestimmungen getroffen:

Die bisherigen zum Verbande gehörenden Elektrotechnischen Vereine und Gesellschaften werden nach Maßgabe dieser Satzung umgebildet.

Bis zum 31. Dezember 1935 bleibt der von der mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschußsitzung 1933 festgelegte und auf 20 Mitglieder erweiterte Vorstand im Amt.

Über die Beibehaltung von Ortsmitgliedern entscheidet der Führer des Verbandes.

Den Gauen stehen bis auf weiteres von den festgesetzten Mitgliedsbeiträgen als Anteile folgende Beträge zu:

Für persönliche Mitglieder 37 %.

Für körperschaftliche Mitglieder 25 %.

VII. Schlußbestimmungen.

§ 22.

Wird der Verband aufgelöst, so beschließt der Führerrat über die Verwendung des Vermögens zu gemeinnützigen Zwecken auf elektrotechnisch-wissenschaftlichem Gebiet, insbesondere auch durch Überweisung an gemeinnützige Körperschaften.

Jede Zuwendung von Vermögen oder Vermögensvorteilen an Mitglieder des Verbandes ist ausgeschlossen.

Berlin-Charlottenburg, 30. November 1933.

Bekanntmachung.

Auf Anordnung des Führers des Verbandes werden die auf Grund der alten Satzung zur Behandlung bestimmter Aufgaben eingesetzten Kommissionen, Unterkommissionen, Ausschüsse, Arbeitsgruppen u. dgl. des Verbandes sowie der Beirat und die Ausschüsse der Prüfstelle aufgelöst. Eine Neubildung wird in Kürze erfolgen.

Gleichzeitig werden die Verbandsmitgliedern übertragenen Vertretungen des VDE bei anderen Verbänden und sonstigen Körperschaften zwecks Neubesetzung zurückgezogen.

Wir benutzen die Gelegenheit, um allen Mitarbeitern für ihre bisherige Tätigkeit zu danken.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
P. Schirp.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Ordentliche Sitzung

am 28. XI. 1933 in der Aula der Technischen Hochschule zu Berlin.

Vorsitz: Herr Obering. Dr.-Ing. E. h. Trettin.

Vorsitzender: Im Namen und im Auftrage des Herrn Vorsitzenden, der heute leider verhindert ist, eröffne ich die Sitzung und heiße Sie alle willkommen. Gegen den Bericht über die ordentliche Sitzung am 31. X. sind Einwendungen nicht eingegangen; der Bericht ist somit angenommen. Seit dieser Sitzung haben sich 5 neue Mitglieder gemeldet, eine Liste liegt hier aus. In der ordentlichen Sitzung am 19. XII. wird Herr Professor Küpfmüller aus Danzig über „Das Geheimhaltungsproblem der Telephonie" vortragen. Ferner wird in der Fachgruppe für Elektromaschinenbau Herr Dr. Monath am 5. XII. sprechen über: „Kurzschlußbremsung und Nutzbremsung elektrischer Fahrzeuge". — Damit sind die geschäftlichen Mitteilungen erledigt.

Wir kommen nun zum zweiten Punkt der Tagesordnung, zu dem Vortrag des Herrn Neugebauer über das Thema: „Fortschritte der Selektivschutztechnik in Richtung der Schnellabschaltung". Ich bitte Herrn Neugebauer, das Wort zu nehmen.

(Folgt Vortrag.)

Vorsitzender: Herr Neugebauer, die Versammlung hat Ihnen bereits durch ihren Beifall gedankt. Auch ich möchte Ihnen den Dank des Vereins aussprechen. — Ich eröffne nun die Diskussion und bitte die Herren, die an den Vortrag anknüpfen wollen und Fragen zu stellen haben, sich zu melden. — Das Wort scheint nicht gewünscht zu werden. Wenn also niemand mehr das Bedürfnis zu einer Frage fühlt, darf ich mit nochmaligem Dank an den Vortragenden die Versammlung schließen.

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein E. V.

Bücherei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, Reichsbahndirektion Osten, Frankfurt/Oder
Rahn, Walter, Kassenführer des EV, Hohen-Neuendorf
Stahl, Hans, Postdirektor, Bln.-Tempelhof
Stahlberger & Cie., Electro-Entreprise, Strasbourg-Neudorf
Union des Centrales Électriques de Liège—Namour—Luxembourg, Liège

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

Digitized by Google

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

G. Feder. — Staatssekretär und Vorstandsmitglied der Deutschen Gesellschaft für Mineralölforschung Dipl.-Ing. Gottfried Feder ist von deren Vorstand und Vorstandsrat zum Ehrenvorsitzenden mit den Rechten eines Vorsitzenden vorgenannter Gesellschaft ernannt worden.

LITERATUR.

Besprechungen.

Ortskurven der Starkstromtechnik. Von Dr.-Ing. G. Hauffe. Mit 101 Textabb., X u. 174 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 14,50 RM, geb. 15,50 RM.

Das vorliegende Buch enthält eine zusammenhängende Darstellung der komplexen Ortskurventheorie. Den Ausgang bildet die Deutung der komplexen Zahl als Punkt in der Gaußschen Zahlenebene, ihre Darstellung durch den zugehörigen Ortsvektor in dieser Ebene sowie schließlich eine recht anschauliche Ableitung der Rechenregeln für komplexe Zahlen.

Eine kurzgefaßte Entwicklung aller Grundgesetze der Wechselstromtechnik, die zur Aufstellung der Ortskurvengleichungen notwendig sind, leitet dann zum eigentlichen Thema des Buches über. Der Verfasser behandelt in klarer, übersichtlicher Weise die Ortskurven des Schwingungskreises, des Lufttransformators, der Synchronmaschine, des Asynchronmotors und der Wechselstromkommutatormotoren. Ein Druckfehler ist richtigzustellen: Auf der linken Seite von Gleichung 400 ist ω^2 zu streichen.

Im darauffolgenden Abschnitt beleuchtet der Verfasser die allgemeingültigen Gesetze über Ortskurven von einer höheren Warte aus: Ordnung, Bereich, Nulldurchgang, Asymptoten und Krümmung werden untersucht und die Betrachtungen dann auf den Sonderfall der bizikularen Quartik (Ortskurve 4. Ordnung, die sich aus 2 Kreisen aufbaut) angewandt. Graphische Darstellungen von Leistungen bilden den Schluß.

Das Buch wird wegen seiner ausführlichen und exakten Darstellungen gewiß Studierenden und jungen Ingenieuren sehr willkommen sein. Aber auch so mancher ältere Fachgenosse mag es wohl begrüßen, daß ihm hier Gelegenheit geboten wird, sich mit der anschaulichen Behandlung elektromagnetischer Beziehungen durch Ortskurven vertraut zu machen. Dank der eingehenden und übersichtlichen Bearbeitung des Stoffes eignet sich das Buch sehr gut zum Selbststudium; das Bestreben des Verfassers, dieses zu erleichtern, ist überall erkennbar. So wird z. B. dem Leser zeitraubendes und störendes Zurückblättern und Suchen dadurch erspart, daß der Verfasser sich nicht mit einem bloßen Hinweis auf vorangegangene Formeln begnügt, sondern diese an wichtigen Stellen noch einmal ganz anführt. Guter Druck und deutliche Abbildungen sind nicht minder wichtige Vorzüge des zu empfehlenden Buches. M. Zorn.

Leitfaden der Elektrotechnik. Herausg. v. Dr.-Ing. G. Bolz, Dr.-Ing. F. Moeller, Dipl.-Ing. Th. Werr. Bd. 1, Teil 1 u. 2: Grundlagen des Gleich- u. Wechselstromes. Von F. Moeller u. G. Bolz. Mit 152 Abb., VI u. 210 S. in gr. 8°. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1933. Preis geb. 9,60 RM.

Im Rahmen von Teubners H-T-L-Bücherei, die dem Unterricht an den höheren technischen Lehranstalten dienen soll, stellen obige Hefte die ersten beiden Teile des auf eine Reihe von Heften vorgesehenen Leitfadens der Elektrotechnik dar. Teil 1 enthält in vier Hauptabschnitten die Grundgesetze des Gleichstromkreises, die Wirkungen des Stromes mit den Abteilungen Leistung und Arbeit, Wärmeerzeugung, chemische Wirkung, sodann das magnetische Feld und schließlich eine kurze Einführung in das elektrische Feld. Im Teil 2 werden in drei Hauptabschnitten behandelt die Erzeugung des Einphasenstromes, die drei Arten von Wechselstromwiderständen im Stromkreis, die Reihen- und die Parallelschaltung derselben, wobei auch die komplexe Rechnung eingeführt und angewendet wird, die gegenseitige Induktion sowie der Wechselstromkreis mit Eisen; der dritte Hauptabschnitt dieses Heftes beschäftigt sich besonders mit dem Drehstrom, während der im Läuferkreis von Drehstrommotoren manchmal verwendetete Zweiphasenstrom nicht besprochen ist.

Die Hefte sind klar, exakt und im allgemeinen ohne Benutzung der höheren Mathematik geschrieben. Die aus den Erörterungen und zahlreichen Formeln gewonnenen Erkenntnisse werden durch Zahlenbeispiele gefestigt, durch die Anwendungen in der Technik erläutert und durch Schaltbilder, Diagramme und Bilder begleitet. Besonders förderlich, wenn auch mit höheren Kosten verbunden, ist im Teil 2 die Anwendung von dreifarbigem Druck für die Kurven- und Strahlendiagramme.

Die Verfasser haben, unterstützt durch die Mitwirkung mehrerer anderer Dozenten von höheren technischen Lehranstalten, Unstimmigkeiten zwischen den beiden Bänden fast vollständig vermieden. Auffallend ist, daß das Wattmeter im Teil 1 gebracht wird, und zwar in Gleichstromschaltungen, während im Teil 2 die Leistungsmessungen, vor allem für Drehstrom, vermißt werden. Soweit die vorliegenden Hefte es beurteilen lassen, wird der Leitfaden dem theoretischen Teil des Unterrichtes an den höheren technischen Lehranstalten dienlich sein können. K. Hoerner.

Handbuch der Bildtelegraphie und des Fernsehens. Grundlagen, Entwicklungsziele und Grenzen der elektrischen Bildfernübertragung. Im Verein mit verschiedenen Fachgen. unter bes. Mitwirk. des Laboratoriums Karolus in Leipzig bearb. u. herausg. v. Prof. Dr. phil. F. Schröter. Mit 365 Textabb., XVI u. 487 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. 58 RM.

Der Leiter der Forschungsabteilung von Telefunken, unterstützt durch mehrere Mitarbeiter und eine Reihe von Fachleuten aus den Laboratorien von Prof. Karolus, Leipzig, von Siemens & Halske und dem Reichspostzentralamt, gibt hier eine methodische Darstellung aller mit der elektrischen Fernübertragung von Bildern zusammenhängenden Fragen unter Beschränkung „auf diejenigen unmittelbaren Formen der Übertragung, die, mit vollkommen selbsttätigen Einrichtungen auf der Grundlage der modernen Verstärkerröhrentechnik arbeitend, in der modernen Ära des Nachrichtenwesens wirtschaftlich auswertbare Fortschritte erbracht haben."

Der umfangreiche Stoff ist in der Weise behandelt, daß die verschiedenen Teilaufgaben, die bei einer Bildübertragung auftreten, je einem Spezialisten zur selbständigen Behandlung übertragen wurden. So behandelt der Herausgeber selbst: Die Zerlegungsmethoden der Fernbildschrift, die Zerlegungsmethoden des Fernsehens und die Gesetze, Probleme und Grenzen des Fernbildrasters; F. Michelssen: Die lichtelektrischen Zellen; W. Ilberg: Die Bildaufzeichnung und Lichtsteuerung; F. Biedermann: Den Gleichlauf bei Fernbildgeräten; H. Lux: Die Bildverstärker; O. Schriever: Die drahtlose Bildsendung; H. Muth: Den drahtlosen Bildempfang; F. Tuczek: Die Leitungsbildübertragung, und schließlich der Herausgeber gemeinsam mit F. Banneitz: Die Formen und Anwendungen der Geräte.

In einem Geleitwort, das dem Buch vorangestellt ist, äußert sich Prof. Karolus über die Zukunftsaussichten des Fernsehens und umreißt klar die Aufgabe, der das Buch dienen soll, nämlich „dem Ingenieur, dem Physiker, dem Techniker, der die noch ungelösten Aufgaben angreifen möchte, eine Handhabe zu bieten, um auf dem Fundament des bisher Erreichten und Durchdachten weiter zu bauen".

Dieses Ziel wird nicht nur durch eine sorgfältige, methodische Behandlung der allgemeinen Grundlagen angestrebt, sondern vor allem auch durch den bewußten Verzicht auf die in Handbüchern sonst üblichen historischen Übersichten über die zwar bekanntgewordenen, aber praktisch niemals ausgeführten Vorschläge. Die Verfasser beschreiben — auf Grund ihrer persönlichen Erfahrung — nur Anordnungen, die sich praktisch bewährt haben oder „als entwicklungsfähig erkannt sind". Dadurch wird ermöglicht, daß sich der Leser in verhältnismäßig kurzer Zeit über den neuesten Stand der Technik eingehend unterrichten kann, wenn auch die Gefahr vielleicht nicht immer ganz vermieden ist, daß bei noch nicht endgültig gelösten Aufgaben Lösungsvorschläge, die den Verfassern besonders vertraut sind, etwas zu sehr in den Vordergrund treten gegenüber anderen, die aus fremden Laboratorien stammen. — Zahlreiche Hinweise auf einschlägige Fach- und Patentliteratur geben wertvolle Anhaltspunkte für Spezialstudien. Ein Anhang enthält in Form von Tafeln zahlenmäßige Angaben über die Leuchtdichte von Lichtquellen, optische Verluste, scheinbare Leuchtdichte von Fernsehbildern und ähnliches sowie eine Zusammenstellung von Linsen, die in Bildtelegraphen oder Fernsehern Verwendung finden können.

Beim Fernsehen fesselt besonders eine bisher noch nicht veröffentlichte Untersuchung des Herausgebers über die Thunsche „Liniensteuerung" sowie die eigenartige

Digitized by Google

Ableitung der „Spiegelschraube" aus dem „Spiegelrad". Der Abschnitt über die Braunsche Röhre als Fernsehempfänger würde im Hinblick auf die von Telefunken selbst inzwischen erzielten Fortschritte heute sicherlich noch optimistischer abgefaßt worden sein. — Bei der Bildtelegraphie ist die ausführliche Behandlung der Kurzwellenübertragungen über große Entfernungen hervorzuheben.

Eine Übersichtstafel über die benutzten Buchstabenbezeichnungen und Maßeinheiten sowie ein Namens- und Sachverzeichnis vervollständigen das Buch, das für lange Zeit ein unentbehrliches Nachschlagewerk für alle diejenigen bilden wird, die sich mit elektrischer Bildübertragung beschäftigen wollen. F. Kirschstein.

Spangebende Formung d. Metalle i. Maschinenfabriken durch Werkzeuge und Werkzeugmaschinen. Von Dipl.-Ing. E. Preger. Bd. 2: Getriebe der Werkzeugmaschinen. 8., völlig neu bearb. Aufl. Mit 89 Abb. i. Text, VIII u. 96 S. in 8°. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1932. Preis kart. 2,40 RM.

Der vorliegende zweite Band hat die Getriebe für Werkzeugmaschinen zum Gegenstande. Der Verfasser gibt nach einer einleitenden Betrachtung über die Stufung von Drehzahlen und Vorschüben unter Hinweis auf die Drehzahlnormung nach AWF und VDW und der rechnerischen und zeichnerischen Bestimmungsverfahren für die Stufen einen Überblick über die wichtigsten Getriebe, der bei den Zahnräder- und Riementrieben noch mit zahlreichen Rechnungsbeispielen durchsetzt ist. Sehr ausführlich sind die Räderkästen und Spindelstöcke behandelt unter besonders eingehender Berücksichtigung des elektrischen Gruppen- und Einzelantriebes. Auch die in neuerer Zeit mehr und mehr bei Werkzeugmaschinen Verwendung findenden Flüssigkeitsgetriebe sind sowohl für drehende als auch für geradlinige Bewegungen besprochen. Es muß anerkannt werden, daß in dem Buche trotz des geringen ihm zur Verfügung stehenden Umfanges ein guter Überblick über diese für Werkzeugmaschinen so überaus wichtigen Teile gegeben ist. A. Witt.

Meyers Lexikon. 7. Aufl. i. vollst. neuer Bearb. Mit etwa 7900 Textabb. u. über 1570 Taf., Karten u. Textbeilagen. Bd. 14: Engler—Laibach. Ergänzungen. Mit zahlr. Abb., Taf. u. 670 S. in gr. 8°. Bd. 15: Laichzeit—Zz, Ergänzungen, Anhang Deutsches Reich — Die nationale Revolution. Mit zahlr. Abb., Taf. u. 720 S. in gr. 8°. Verlag Bibliographisches Institut, Leipzig 1933. Preis geb. je Band 28 RM.

Die von 1925 ··· 1932 erschienenen 12 Hauptbände des „Großen Meyer" werden durch 3 Ergänzungsbände, deren 2. und 3. vorliegt, vor dem Veralten des Werkes bewahrt. Die Gesamtausstattung ist die gleiche gute wie bei den Hauptbänden. Wieder werden die knappe und klare Ausdrucksweise und die reiche Verwendung von schwarzen und farbigen Abbildungen angenehm empfunden. Erfreulich ist, daß mehrere in den früheren ETZ-Besprechungen vermißte Stichworte Aufnahme fanden, so der VDE, das Schütz, die Periode u. a. Der steigenden Bedeutung oder fortschreitenden Entwicklung entsprechend findet man aus dem Gebiete der Elektrotechnik als weitere neue Stichworte beispielsweise Fernschreibmaschine, Flugfunkdienst, Funkfeuer, Heinrich-Hertz-Institut, Heißwasserspeicher, Kathodenoszillograph, Kondensatormikrophon, Nachsynchronisieren, Schutzerdung, Spitzenkraftwerk, Stromrichter und Tonfilm, unter denen die sehr eingehende und sorgfältige Behandlung der beiden letztgenannten besonders hervorgehoben sei. Neben diesen Neuaufnahmen sind bei schon in den Hauptbänden vorhandenen Stichworten Ergänzungen gebracht; genannt seien Fernsehen, Fernsprechen, Funkwesen (insbesondere Kurzwellentechnik), Galvanotechnik, Luftverkehr (Flugplatzbefeuerung), Photozelle, Quantentheorie, Quarzlampe, Röntgenstrahlen und Rundfunk. Auch die Ergänzungsbände zeigen, daß die angestrebte, größtmögliche Vollständigkeit in hohem Maße verwirklicht ist. Der neue „Meyer" wird dem Fachmann daher außer über nichttechnische Fragen auch über die ihm ferner liegenden Teilgebiete unserer weitverzweigten Elektrotechnik schnell und zuverlässig Auskunft geben können. F. Moeller.

Annuaire 1933. Herausg. v. d. Union des Syndicats de l'Électricité. Mit Daumenregister, XXXV, 1478 u. 141 S. in 8°. Selbstverlag Paris 8e, 54, Avenue Marceau, 1933. Preis geb. 50 Fr.

Das Jahrbuch unterrichtet seinen Besitzer über die Organisation der gesamten französischen Elektrotechnik und verwandter Berufszweige. Es ist ein außerordentlich vielseitiges Nachschlagewerk und wird jedem von Nutzen sein, der auf elektrotechnischem Gebiet mit Frankreich zu tun hat. Das Buch ist in 3 Hauptteile gegliedert. Der erste unterrichtet über die Satzungen und Einzelmitglieder der Vereinigung, das USE-Gütezeichen, Unterrichtsanstalten und Ministerien. Der zweite Teil enthält die Elektrogesetzgebung, der dritte bringt u. a. die Organisationen des Außenhandels, Zollsätze, statistische Angaben über die Elektrowirtschaft, Verzeichnisse der bedeutenderen Fabriken, der Elektrizitätswerke, Namen- und Bezugsquellenverzeichnis. Hervorgehoben sei noch, daß das Buch im Gegensatz zu manchen anderen französischen Veröffentlichungen gut gedruckt und gebunden und außerdem mit Daumenregister ausgestattet ist. H. Dieterlein.

Tafeln für die Differenzenrechnung sowie für die Hyperbel-, Besselschen, elliptischen und anderen Funktionen. Von Prof. K. Hayashi. Mit VI u. 66 S. in 4°. Verlag Julius Springer, Berlin 1933. Preis 12 RM.

Das neue Tafelwerk Hayashis ist in erster Linie für Astronomen und reine Mathematiker bestimmt, für den praktisch arbeitenden Elektrotechniker kommt es wegen der hohen Stellenzahl der angegebenen Funktionen kaum in Frage. Das Buch enthält zunächst Tafeln für die Differenzenrechnung, die die Rechenarbeit bei der Aufstellung neuer Funktionentafeln wesentlich erleichtern. Weiter gibt Hayashi die Funktionen $e^{\pi x}, e^{-\pi x}, \mathfrak{Sin}\,\pi x$ und $\mathfrak{Cof}\,\pi x$ siebenstellig für Werte von x, die in Intervallen von 0,01 fortschreiten. Die Besselschen Funktionen $J_0(x)$, $J_1(x)$ und $Y_0(x)$, $Y_1(x)$ sind für Argumente von $x = 16$ bis $x = 25{,}51$ auf 10 Stellen berechnet als Fortsetzung der Watsonschen Tafeln, in denen diese Funktionen nur bis zum Argument $x = 16$ aufgeführt sind. Endlich sind die elliptischen Normalintegrale zweiter Gattung auf 10 Stellen und die Potenzen x^4, x^5, x^{11} und x^{12} für alle zwei- bzw. dreiziffrigen natürlichen Zahlen von x nebst einigen anderen Funktionen angegeben. Das Buch schließt sich würdig an die bisher erschienenen Tafeln des Verfassers an. K. Pohlhausen.

Eingegangene Doktordissertationen.

Rudolf Tautenhahn, Elektrizität und Gas im Wettbewerb um die Speisenbereitung im Haushalt. T. H. Dresden 1932.

Josef Ullmann, Die Zwischenüberhitzung mit kondensierendem Frischdampf. T. H. Berlin 1932.

Viktor O. Aigner, Die Entwicklung der Blitze und ihr Einfluß auf das luftelektrische Feld. T. H. Berlin 1933.

Hugo Andrießen, Teil I: Die Umrechnung, ihre Anwendung und Beurteilung in der Fernschreib- und der Druckereitechnik, Teil II: Anwendung, Beurteilung und Regeln der Umrechnung in der Selbstanschlußtechnik. T. H. Berlin 1932. (Erscheint in der Z. Fernm.-Techn. 1933 und 1934, Verlag R. Oldenbourg, München.)

Hans Bieck, Die Berechnung geschichteter Blattfedern bei Kraftübertragung allein an den Blattenden. T. H. Berlin 1931. (Erschien im Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1933, Verlag Julius Springer, Berlin.)

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus den Jahresabschlüssen deutscher elektrotechnischer Gesellschaften* (s. Zahlentafel S. 1254).

Aus den Geschäftsberichten für 1932.

Anmerkungen:

[1] ohne Vorjahresvortrag.

Zu I. Robert Bosch AG.

[2] einschl. Effekten.

Im Geschäftsjahr 1932 war der Umsatz wertmäßig um etwa 13 % geringer als im Vorjahr; gegenüber dem Spitzenjahr 1929 ergibt sich ein wertmäßiger Umsatzrückgang von über 40 %. Die Arbeiter des Unternehmens waren im Jahresdurchschnitt etwas über 38 Stunden wöchentlich beschäftigt. Der Ausfuhranteil erhöhte sich infolge des weiter rückläufigen Inlandsabsatzes auf über 60 % vom gesamten Umsatz. Das bedeutet, daß mehr als 5000 Arbeiter und Angestellte der Firma vom Auslandsgeschäft leben. Die Stückzahl- und wertmäßige Schrumpfung der Geschäftsmöglichkeiten auf ihrem Hauptabsatzgebiet hat

* Vgl. ETZ 1933, S. 1084.

Digitized by Google

Aus den Jahresabschlüssen deutscher elektrotechnischer Gesellschaften.

Werte in 1000 RM

(Die **fettgedruckten** Ziffern beziehen sich auf das Jahr 1932
„ *schräg* „ „ „ „ „ „ „ 1931.)

Name der Gesellschaft	I. Robert Bosch AG., Stuttgart	II. Voigt & Haeffner AG., Frankfurt a. M.	III. Accumulatoren-Fabrik AG., Berlin Hagen in Westf.	IV. Hartmann & Braun AG., Frankfurt a. M.
A. Aktiva				
I. Anlagevermögen . .	**6 327** *8 334*	**5 615** *5 553*	**18 771** *18 890*	**1 604** *1 703*
II. Beteiligungen	**5 843** *4 732*	**513** *512*	**6 202** *7 624*[4]	**57** *332*[9]
III. Umlaufsvermögen				
1. Vorräte	**9 931** *11 058*	**3 323** *5 006*	**3 838** *2 043*	**2 303** *2 255*
2. Effekten	— —	**31** *12*	**1 125** —[4]	**157** —[9]
3. Forderungen				
a) an abhäng. u. Konzerngesellschaften . . .	**25 620** *25 102*	**26** *16*	**1 622** —[5]	**35** —
b) an sonstige Schuldner . .		**1 528** *2 492*	**5 561** —[5]	**726** *1 751*
4. Kasse, Wechsel, Schecks, Bank- u. Postscheckguthaben	**26 787**[6] *24 473*[6]	**475** *290*	**10 866** —[6]	**558** *474*
Summe III.	**62 338** *60 633*	**5 383** *7 816*	**23 012** —	**3 779** —[10]
1932 gegen Vorjahr in % .	+ *3,5*	— *31*		
B. Passiva				
I. Grundkapital . . .	**30 000** *30 000*	**10 200**[3] *10 200*[3]	**20 000** *20 000*	**1 936** *1 936*
II. Reservefonds . . .	**9 000** *9 000*	— —	**11 156**[6] *2 000*	**270** *270*
III. Unterstützungsfonds.	**5 581** *5 255*	**251** *294*	**140** *131*	**371** *334,5*
IV. Rückstellungen . . .	— —	**41** —	**969** —	**35** —
V. Wertberichtigung . .	— —	— —	**9 238** *8 410*	— —
VI. Verbindlichkeiten				
1. aus Hypoth., Schuldverschreibungen, langfrist. Darlehen	**21 490** *22 120*	**5 303** *5 507*	**223** *244*	**1 806** *1 566*
2. gegenüber abhängigen u. Konzerngesellschaften . .	**8 169** *7 876*	**36** *40* **1 745** *1 828*	**192** —[5] **3 564** —[5]	— — **1 553** *2 644*
3. Sonstige				
Summe VI	**29 659** *29 996*	**7 084** *7 375*	**3 979** —	**3 359** —[10]
1932 gegen Vorjahr in % .	—*1*	—*4*		
Bilanzschlußzahl	**74 508** *74 251*	**17 577** *17 870*	**48 864** *51 348*	**5 972** *6 750*
C. Aus Gewinn- und Verlustrechnung				
I. Steuern	— —	**158** *161*	**2 029** —	**140** —
II. Soziale Abgaben . .	— —	**212** *389*	**1 432**[7] —	**151** —
III. Abschreibungen . .	— —	**647** *814*	**662** —	**222** *156*
IV. Jahresreingewinn[1] . .	**822** —	— —	**3 150** *3 516*	— —
V. Dividende	— —	— —	*16%* *12%*[8]	— —
VI. Jahresreinverlust[1] .	— *1 659*	**2 706** *3 253*	— —	**179** *262*

die Firma gezwungen, planmäßig nach einer Ausweitung ihres Fabrikationsgebietes zu suchen. So entschloß sie sich schon im Jahre 1930, Radioteile herzustellen. Im vergangenen Jahre brachte sie ihre Plattenspieler auf den Markt, die erstmalig auf der Funkausstellung 1932 gezeigt wurden. Das Herübergreifen in das Gebiet der tragbaren Elektrowerkzeuge hat mit der Schaffung neuartiger handlicher Bauformen für Schleifer, Schrauber und Handmotoren einen erfolgversprechenden Anfang genommen. Um diesen Fabrikationszweig auf breitere Grundlage zu stellen, erwarb das Unternehmen gegen Ende des vergangenen Jahres Teile aus dem Geschäftsbetrieb der Firma Ernst Heubach & Co., Berlin. In das abgelaufene Geschäftsjahr entfällt ferner die Erwerbung der Anteile der Firma Junkers & Co., G. m. b. H., Dessau, im Zusammenhang mit der Entwicklung des zündsicheren Schalters für Gasapparate, die jetzt gelungen ist. Auf dem Gebiete des Pumpengeschäfts hat die Gesellschaft Schutzrechte von der REF Apparate-Bau-G. m. b. H., Feuerbach, erworben.

Zu II. Voigt & Haeffner AG.

[3] davon nicht eingezahlt 1931: 1 875 000 RM; 1932: 1 250 000 RM.

Im Jahre 1932 ging der Umsatz auf allen Gebieten weiter zurück. Auch der leichte Aufschwung im letzten Vierteljahr des abgelaufenen Geschäftsjahres vermochte nicht das ungünstige Abschlußergebnis in bemerkenswerter Weise zu beeinflussen. Auf technischem Gebiet hat die Gesellschaft ihren schon seit einigen Jahren verfolgten Grundsatz, sich insbesondere auf Spezialgebieten zu betätigen, auf denen die Konkurrenz nicht in dem Maße auftritt wie bei Gegenständen des laufenden Bedarfs, weiterhin mit Erfolg beibehalten. Die Beteiligungen (Prometheus G. m. b. H. und Salvis G. m. b. H. — Verkaufsgesellschaften, G. Schanzenbach & Co. G. m. b. H., Eisengießerei Wilhelma G. m. b. H.) sind durch Übernahme eines kleinen Anteils an einem von der Wiener Vertretung der Gesellschaft gegründeten Fabrikationsunternehmen vermehrt worden.

Zu III. Accumulatoren-Fabrik AG.

[4] einschl. Effekten.

[5] infolge Zusammenfassung von Bilanzposten keine vergleichbaren Werte mit 1932.

[6] einschl. 7 634 847 RM „Konto zur besonderen Verwendung", die bisher unter Kreditoren verbucht waren.

[7] einschl. 694 820 RM freiwillige Abgaben.

[8] außerdem Bonus von 25 % aus teilweiser Auflösung stiller Reserven.

Der Jahresgewinn geht hauptsächlich auf Erträgnisse aus Beteiligungen, Zinsen und auf außerordentliche Einnahmen zurück. Der Betriebsgewinn betrug nur rd. 260 000 RM und konnte auch nur ausgewiesen werden, da zur Deckung von Verlusten und Steuernachzahlungen ältere Reserven zur Verfügung standen. Seit Mitte des Berichtsjahres setzte sich der Bestellungsrückgang nicht weiter fort. Besonders gedrückt war wieder das Geschäft in stationären Akkumulatoren. Der Markt für transportable Akkumulatoren, der mengen- und wertmäßig gegenüber dem Vorjahre nur geringe Rückgänge aufwies, zeigte sich erheblich widerstandsfähiger. Besonders beachtet waren wieder die Pertrix-Trockenbatterien. Ebenso weist der Umsatz der DEAC-Stahlbatterien, die sich in der Praxis aufs beste bewährt haben, gegen das Vorjahr eine beträchtliche Steigerung auf. Das neue Geschäftsjahr brachte die ersten Anzeichen einer Belebung des Geschäftes. In- und ausländische Stromversorgungszentralen erteilten dem Unternehmen einige belangreiche Aufträge. Die Gesellschaft ist u. a. beteiligt an:

Deutsche Edison-Akkumulatoren-Company G. m. b. H., Berlin,
Dominitwerke Aktiengesellschaft, Berlin,
Gesellschaft für elektrische Zugbeleuchtung m. b. H., Berlin,
Ackumulator-Fabriksaktiebolaget Tudor, Stockholm,
Finska Accumulator-Fabriks-Aktiebolaget „Tudor", Helsingfors,
Norsk Akkumulator Co. A.S., Oslo,
„Tudor" Accumulatoren-Fabrik A.G., Budapest,
„Pertrix" Chemische Fabrik A.G., Berlin,
Kommunales Elektrizitätswerk Mark AG., Hagen i. W.

Zu IV. Hartmann & Braun AG.

[9] einschl. Effekten.

[10] nicht voll vergleichbar mit 1932.

Einnahmen und Ausgaben konnten im Geschäftsjahr allmählich in Einklang gebracht werden. Gegen Ende des Berichtsjahres wurde ein Verluststillstand erreicht, und es ließen sich bereits gewisse Überschüsse erzielen. Die Gesellschaft hat auf ihrem Fabrikationsgebiet der Meßinstrumenten- und Wärmetechnik trotz der durch die Krise gebotenen Sparmaßnahmen die Entwicklungsarbeiten fortgesetzt und eine größere Anzahl neuartiger Erzeugnisse geschaffen, die schon zum Teil auf den Markt gekommen sind und weiterhin Erfolge in Aussicht stellen. *wt.*

Abschluß des Heftes: 15. Dezember 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

**Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.**

Digitized by Google

Elektrowärme im Landhaushalt.

Mitteilung der AEG.

Die Verwendung der Elektrowärme, d. h. die Umsetzung des elektrischen Stromes in Wärme, nimmt außer für die weit verbreiteten elektrischen Haushaltgeräte, wie Bügeleisen, Haartrockner, Tauchsieder, Wärmekissen u. dgl. auch in Hausgeräten höherer Leistung von Jahr zu Jahr zu. Es ist das eine selbstverständliche Folge der großen Vorteile, welche die Elektrizität für alle Koch-, Brat- und Backvorgänge, besonders auch für Sterilisierungszwecke, bietet. Die genaue Regelmöglichkeit sowie die gleichmäßige Wärmeerzeugung bei der einmal gewählten Schaltstufe gewähren eine so große Sicherheit des Arbeitens, daß die Beaufsichtigung auf ein Mindestmaß eingeschränkt werden kann und so ein Zeitgewinn entsteht, der für die Tagesarbeit der Hausfrau auf dem Lande nicht hoch genug eingeschätzt werden kann. Hierzu kommt die stete Betriebsbereitschaft der Geräte, die alle sonst erforderlichen Vorbereitungen (Brennstoffbeschaffung, Feuermachen, Reinigen des Herdes von Asche usw.) überflüssig macht.

Abb. 1.
Elektrischer Herd AEG-Küppersbusch für einen größeren landwirtschaftlichen Betrieb mit sechs Kochplatten, einem Bratrohr und einem Wärmeschrank.

Es hat sich deshalb der elektrische Herd in ländlichen Haushaltungen, namentlich in den kleineren, weitgehend eingeführt. Aber auch Haushaltungen auf größeren Gütern sollten der elektrischen Küche noch mehr als bisher ihre Aufmerksamkeit zuwenden, denn bei Kohlenherden sind meist große Aufwendungen für Brennstoff erforderlich, besonders weil auch für kleinere Zwischenmahlzeiten der Herd voll beheizt werden muß. Der elektrische Herd gestattet dagegen die Verwendung einzelner Kochplatten, braucht also nur soweit in Betrieb genommen zu werden, wie es von Fall zu Fall erforderlich ist.

Der große Herd nach dem System „AEG-Küppersbusch" (Abb. 1) ist in seinem gediegenen Aufbau hohen Anforderungen an Haltbarkeit gewachsen. Das aus einem Stahlgerippe bestehende Herdgestell ist mit weißemaillierten Blechen verkleidet; sämtliche Beschlagteile sowie das Schutzgestänge sind sorgfältig vernickelt. Der Herd enthält im Unterbau ein geräumiges Bratrohr, das durch eine starke Tür verschlossen ist. Die Beheizung ist in Ober- und Unterhitze getrennt, beide Hitzen sind für sich dreifach regelbar. Als Heizelemente dienen im Innern des Rohres liegende Heizstäbe (System „Carnifix"). Neben dem Bratrohr liegt ein Wärmeschrank, der zum Tellerwärmen oder zum Warmhalten von Speisen dienen kann. Im Oberteil enthält der Herd sechs teils runde, teils rechteckige Hochleistungskochplatten. Da die Stromzuführung zu den Heizplatten durch Steckerstifte erfolgt, ist ein bequemes Auswechseln möglich.

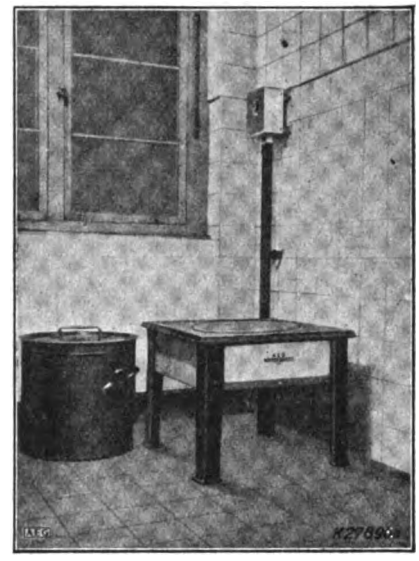


Abb. 2. Elektrohocker.
AEG-Küppersbusch.

Die Herdplatte ist aufklappbar, sodaß die Reinigung des Herdoberteiles von überfließendem Kochgut leicht vorgenommen werden kann. Zum Schalten dienen Einbauschalter, die rechts und links von Bratrohr und Wärmeschrank angeordnet sind. Diese Herdbauart kann auch mit acht Heizplatten und zwei Bratrohren ausgeführt werden. Da in landwirtschaftlichen Betrieben oft große Mengen eines Gerichtes hergestellt werden, können die Herde auch mit einzelnen Platten von 400 mm Durchmesser versehen werden, die das Aufsetzen von großen Kesseln bis 50 und 60 l Inhalt gestatten. Erlauben es die Mittel, so ist allerdings hierfür die Verwendung besonderer Kessel vorzuziehen, die wirtschaftlicher arbeiten und besonders bei kippbarer Ausführung die Bedienung sehr erleichtern.

Abb. 3. Heißwasserspeicher zum Reinigen von Milchkannen.

Billiger in der Anschaffung als derartige Kessel ist ein Elektrohocker (Abb. 2), d. i. eine auf einem niedrigen Gestell angeordnete Kochplatte von 400 mm Durchmesser, auf der größere Kochgefäße aufgesetzt werden können. Der Hocker wird neben dem Herd aufgestellt und erleichtert die Handhabung größerer, sonst auf dem Herd verwendeter Kessel durch seine niedrige Bauart.

Da die elektrische Beheizung freizügig ist, d. h. wie die eben genannten Beispiele zeigen, auch für getrennt aufgestellte Geräte ohne weiteres Verwendung finden kann, so lassen sich z. B. auch Brat- und Backrohre getrennt vom Herd und als zusätzliche Einrichtungen in vorhandene Küchen leicht einordnen. Man kann sich so die großen Vorzüge des elektrischen Bratens und Backens ohne große Anschaffungskosten nutzbar machen.

Heißwasser für die Küche und für Wirtschaftszwecke wird zweckmäßigerweise durch elektrische Heißwasserspeicher (Abb. 3) beschafft, die mit Nachtstrom aufgeheizt werden.

Digitized by Google

Diplom-Ing.

Arier, mit mehrjähriger Praxis in leitender und selbständiger Stellung einer Fabrik des Kleinapparatebaues, sucht neuen Wirkungskreis. Ist allen Anforderungen einer energischen und zielbewußten techn. Leitung gewachsen. Erfinderische und organisatorische Erfolge selbstverständlich. Beste Referenzen. Angebote unt. **E. 3826** an die Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9, erb.

Erster Buchhalter

gesucht für die Gesamtbuchhaltung unserer Gas-, Elektrizitäts-, Wasser- und Kanalwerke. Baldiger Eintritt erwünscht. [3840]

Bewerbungen mit Gehaltsansprüchen einzureichen an

Städtische Werke Marienburg Wpr. G.m.b.H.

Wir suchen für sofort

ersten Fachmann

für unsere Lautsprecher-Abteilung,

welcher umfangreiche Konstruktions- und Fabrikationserfahrungen aufweisen kann und in der Lage ist, die Entwicklung und Fabrikation von Lautsprechern durchaus selbständig zu leiten. Bewerbungen mit Lichtbild und Gehaltsansprüchen an [3845]

Radio H. Mende & Co. G. m. b. H.
Dresden-N. 15, Industriegelände.

Wir suchen für die Leitung eines elektrischen Prüfamtes, das neu eingerichtet werd. soll, einen

Diplom-Ingenieur

Es wollen sich nur solche Herren melden, die auf dem Gebiete des Zählerwesens bereits reiche Erfahrungen besitzen.

Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen
Aktiengesellschaft
Dortmund [3829]

Betriebsleiter

von Firma für Radio-Einzelteile f. sofort gesucht. Herren, welche zielbewußt, energisch, schaltungstechnisch absolut auf der Höhe sind und **einschlägige** praktische Tätigkeit nachweisen können, wollen Offerten mit Bild und Gehaltsansprüchen senden unter **E. 3847** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Elektromotorenwerk sucht tüchtigen

Projekten- u. Vertriebs-Ingenieur

Derselbe muß Erfahrung auf dem Gebiet des elektrischen Einzelantriebs und außerdem akquisitorische Fähigkeiten besitzen. Englische und französische Sprachkenntnisse erwünscht.

Bewerbungen mit Lichtbild, Zeugnisabschriften, Referenzen und Angabe der frühesten Eintrittsmöglichkeit unt. **E. 3848** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W9, erbeten.

Vertretung für Bulgarien

in Maschinen u. techn. Artikeln sucht langjähr. Siemens-Ing. Eiloff. an **Majon, Berlin-Charlottenbg.1,** Berliner Str. 55, vorn, II. Stock, rechts. [3844]

Dipl.-Ing.

28½ J., erf. in Projekt. u. Berechn., eingeh. Radiokenntn., franz. u. engl. Sprachk., s. Wirkungskreis. Off. erb. u. **E. 3852** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Kaufmann

erfahren in all. Fragen d. Verkaufs m. nachw. besten Beziehungen z. Großhdl., wird für Verkaufsleitung elektrot. Spez.-Fabrik gesucht. Angebote mit Zeugn., Ref. u. Lichtb. u. **E. 3849** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Große mitteldeutsche Apparatefabrik sucht per sofort

jungen, erfahrenen

Konstrukteur

für elektrische Beleuchtungskörper, Armaturen, Heiz- u. Kochgeräte. Erfahrungen in der Konstruktion derartiger Geräte auch für Gas u. flüssige Brennstoffe erwünscht. Angebot unter **E. 3843** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Für Vertrieb und Ausführung v. Verstärker-Anlagen wird von Großfirma ein

Junger Ingenieur

gesucht. Angebote mit handgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Gehaltsanspruch erbet. unt. **E. 3846** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Kleine elektrotechn. Fabrik für Inst.-Mat. aus Porz. und Preßstoff sucht bewanderten

TECHNIKER,

der Montagewerkstatt überwacht, VDE-Vorschriften kennt u. Konstruktionen bearbeitet. Angeb. unt. **E. 3854** a. d. Anz.-A. d. ETZ, Bln. W 9.

Leistungsfähige Porzellanfabrik für Hoch- und Niederspannungs-Isolatoren sucht für die verschiedenen in Frage kommenden Bezirke best eingeführte

Vertreter

(Ingenieurbüros). Offerten unter **E. 3850** a. die Anz.-Abt. der ETZ. Berlin W 9, erbeten.

Elektrotechnische Fabrik Westdeutschlands sucht zwecks Aufnahme der Fabrikation von

Dreh- und Kippschaltern

Anschluß an Schalterfabrik evtl. Kauf guter VDE-Konstruktionen. — Zuschriften erbeten unt. **E. 3839** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Messestand

Im Hause der Elektrotechnik, Erdgeschoß links Nr. **264,** 26 qm groß,

zu verkaufen.

Veimag, Leipzig-O 27
[3842]

1 Generator

(Dreiphas.), neu oder gebraucht, 2500—4000 PS$_e$, 50 Perioden, Tourenzahl 1000, ev. auch andere, zu kaufen gesucht. Ausführung am liebsten horizontal, für direkte Kupplung an eine Wasserturbine. Spannung 6000 Volt.

Falls passendes nicht greifbar, erbitten Gegenvorschläge.

Nur eine erstklassige Maschine, wofür Garantie geleistet wird, kommt in Frage. Angebote erbeten an **„Generator", Annoncen-Exp. Hugo Krantz A/B., Gothenburg, Schweden.** [3851]

Älteres, gut eingeführtes

elektrot. Unternehmen

in Berlin (isol. Drähte) sucht

neue Artikel

Verkaufsorganisationen, Fabrik und Büroräume, sowie Kapital vorhanden. Angeb. unter **E. 3853** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 28. Dezember 1933** **Heft 52**

25 Jahre Selbstanschluß-Fernsprechbetrieb in Deutschland.

Von Postrat **L. Günther**, Berlin.

Wie alle Zweige des Verkehrswesens so hat auch das Fernsprechwesen in den letzten Jahrzehnten eine fast unglaublich schnelle Entwicklung erfahren. Kaum war die erste Fernsprechvermittlungstelle eröffnet (1878), da erschien schon (1879) in Amerika die erste Patentanmeldung, um die Handvermittlung mit ihren Unzulänglichkeiten (Wartezeiten, Hör- und Bedienungsfehlern) durch selbsttätige Einrichtungen zu ersetzen und einen unmittelbaren Verkehr von Teilnehmer zu Teilnehmer zu schaffen. Zwar vergingen die nächsten 15 Jahre mit der Durcharbeitung der Konstruktionen und Schaltungen und mit Patentstreitigkeiten, als dann aber in den Jahren 1894 und 1898 auf Ausstellungen selbsttätige Vermittlungsstellen gezeigt wurden, erkannte die Deutsche Reichspost (DRP) sogleich die außerordentliche Bedeutung der Neuerung. Sie stellte, sobald die Schwierigkeiten des Apparatbezugs überwunden waren, 1900 und 1903 Betriebsversuche in Berlin an, die zu wesentlichen Verbesserungen (z. B. Herabsetzung der Betriebspannung auf 60 V, Anschließung von Nebenstellenanlagen) führte. Nachdem die Lizenzen für die Herstellung der Teile für Deutschland erworben waren, konnte die DRP zur Einrichtung der ersten selbsttätigen Fernsprechvermittlungstelle schreiten[1]. Vor 25 Jahren, am 10. VII. 1908, nahm das erste selbsttätige Fernsprechamt Hildesheim den Betrieb auf[2].

Das Selbstanschlußamt (SA-Amt) Hildesheim lieferte den Beweis, daß die neue Betriebsweise in der Öffentlichkeit Beifall fand und daß die verwendeten Wähler, Relais und Schaltungsanordnungen zufriedenstellend arbeiteten. Damit waren der allgemeinen Einführung des Selbstanschlußbetriebs die Wege geebnet. Von vornherein machte sich die DRP zur Bedingung, alle Ämter nach einheitlichen Gesichtspunkten einzurichten und deshalb an die Umstellung im großen erst heranzugehen, wenn eine betrieblich, technisch und wirtschaftlich vollkommen befriedigende Ausführungsform gefunden wäre, wobei für Ortsnetze (ON) des flachen Landes gewisse Vereinfachungen zugelassen wurden. Nachdem noch in verschiedenen ON (München, Altenburg, Posen, Dresden, Leipzig, Liegnitz, Halle) Erfahrungen gesammelt und die unvermeidlichen Rückschläge überwunden waren[3], konnte — durch den Weltkrieg verzögert — im Jahre 1922 die planmäßige Ersetzung verbrauchter Handamtseinrichtungen durch selbsttätige in Angriff genommen werden. Die nachstehenden Zahlen zeigen die inzwischen erzielten Ergebnisse; sie lassen erkennen, daß die Umwandlung der großen ON schneller vorangegangen ist als die der kleinen ON. In der letzten Zeit hat die Wirtschaftskrise

Zeit	Vermittlungstellen SA		Anschlüsse SA	
	Zahl	Prozent der Gesamtzahl	Zahl	Prozent der Gesamtzahl
Ende 1922	150	1,9	54 900	4,6
„ 1927	795	11,0	482 100	28,2
„ 1932	2 500	36,0	1 284 100	73,4

sowie der dadurch gehemmte Zugang an Neuanschlüssen die Umwandlung leider stark verzögert.

Eine schwierige Nebenaufgabe erwuchs in der Ausbildung des Personals für die Instandhaltung der neuartigen Einrichtungen. An zentraler Stelle wurden Lehrbeamte theoretisch und praktisch herangebildet, die die gewonnenen Kenntnisse dann in ihren Bezirken weitergaben. Durch leicht verständlich abgefaßte Beschreibungen, weitgehende Vereinfachung der Schaltzeichnungen und genaue Einstellvorschriften wurde dem Personal das Verständnis erleichtert. Die DRP kann mit dem Ergebnis außerordentlich zufrieden sein; das Personal hat sich über Erwarten gut eingearbeitet und sorgt mit Eifer und Erfolg für die ihm anvertrauten Einrichtungen.

Nicht zuletzt die Rücksicht auf das Personal war der Grund, Änderungen der Schaltungen und Schaltmittel möglichst zu vermeiden. Als erwünscht erkannte Verbesserungen wurden deshalb nur in größeren Zeitabschnitten vorgenommen. Dadurch wurden auch den Lieferern häufige Umstellungen erspart, was sich wieder in den Lieferfristen und der Preisgestaltung günstig auswirkte. Die seit 1908 eingeführten Verbesserungen, die zum Teil gleichzeitig Ersparnisse im Leitungsnetz bezweckten, können in diesem Rahmen nur stichwortweise angeführt werden: Einführung der zentralen Mikrophonspeisung; Schaffung einer besten Betrieb verbürgenden, dabei sparsamen Vorwahl (Staffelschaltung der I./II. Vorwähler); Verbesserung des Antriebs der Kraftmagnete (Wegfall der Selbstunterbrechung und des gemeinsamen Antriebs in den wichtigen Wahlstufen); Ersparnis an Wählern und Leitungen durch zweckmäßige Mischung (Stafflung, Verschränkung) der Ausgänge; Einführung eines Leitungswählers für den Orts- und Fernverkehr; Schaffung von Hilfsämtern für abgelegene Gebiete (Ersparnis an Leitungen); Vereinfachung des Innenverkehrs der Hilfsämter zwecks weiterer Leitungseinsparung; Gruppenwähler zur unmittelbaren Anschaltung an zweiadrige Leitungen; Einrichtungen für Sammel- und Großsammelanschlüsse; vereinfachte Anschließung gebührenfrei anzurufender Dienststellen; Schaffung von Notrufeinrichtungen (Polizei, Feuerwehr); Bau von Prüfschränken zur schnellen Fehlerfeststellung bei Störungen; weitgehende Selbstsignalisierung von Fehlern in der Inneneinrichtung; Schaffung von Prüfgeräten zur schnellen Durchprüfung der Wähler und Verbindungswege; Vereinfachung der Stromversorgung, insbesondere auch durch Einführung des Pufferbetriebs; Verbesserung der Kontaktgüte durch Verwendung geschlitzter Relaisfedern; Einrichtungen für das Zusammenarbeiten von SA- und Handämtern in großen Ortsnetzen; Schaffung eines einfachen und billigen Relaiszahlengebers. Besonders zu erwähnen ist die Einführung kleinerer Wähler (1929), mit der Preisermäßigung, Raumersparnis und Vereinfachung der Aufbauarbeiten erzielt wurden. Da die grundsätzlichen Schaltkennzeichen unverändert beibehalten sind, können Ämter beider Ausführungen ohne weiteres zusammenarbeiten, Ämter alter Bauweise können ohne Schwierigkeiten mit neuen Wählern erweitert werden. Für die Gattung der kleinen SA-Ämter (ursprünglich bis zu 100 Anschlüssen) seien folgende Verbesserungen angeführt: Schaffung einer Erweiterungsmöglichkeit bis zu 200 Anschlüssen; Verwendung von — hier unbedenklichen — Anrufsuchern an Stelle von Vorwählern; Anpassung der Signale für die Teilnehmer an die der großen Ämter; Schaffung einer einfachen und billigen

[1] Feyerabend, 50 Jahre Fernsprecher in Deutschland. Berlin 1927, herausgegeben vom Reichspostministerium. Frübing, Ein Rückblick auf die Entwicklung des Fernsprech-Selbstanschlußbetriebes in Deutschland. Jb. Siemens & Halske 1928, S. 157.

[2] Kruckow, Automatisches Fernsprechamt Hildesheim. ETZ 1909, H. 7, 8 u. 9, u. 1933, H. 30, S. 732.

[3] Stegmann, Erinnerungen aus den Kindertagen der automatischen Telephonie, Europ. Fernsprechdienst 1931, H. 22; Stöckel, Erinnerungen aus den Kindertagen der automatischen Telephonie, Europ. Fernsprechdienst 1931, H. 25/26.

Digitized by Google

Einrichtung für kleinste Ämter (bis zu 27 Anschlüssen), dadurch weitgehende Ersparnis an Leitungen; Ermöglichung der Durchwahl zwischen zwei Ortsnetzen; fabrikmäßiger Zusammenbau aller Teile (außer Batterie), dadurch sehr einfacher Aufbau.

Bei Beginn der planmäßigen Umgestaltung wurden auch Fernamtseinrichtungen für den künftigen Regelbetrieb geschaffen. Sie wurden so auf den SA-Betrieb abgestimmt, daß, soweit dreiadrige Leitungen angewendet wurden, keine Übertragungen zwischengeschaltet zu werden brauchten. Die noch zahlreich vorhandenen Fernschränke älterer Bauart wurden der neuen Betriebsart angepaßt.

Die guten betrieblichen und wirtschaftlichen Ergebnisse des SA-Verkehrs führten zu der Frage, ob die neue Betriebsweise unter entsprechender Anpassung der selbsttätigen Gesprächszählung auch auf den Verkehr zwischen benachbarten ON ausgedehnt werden sollte. Während im bayerischen Gebietsteil dieser Verkehr in ziemlich weitgehendem Maße durchgeführt ist, hat die DRP für den übrigen Teil des Reiches sich für eine andere Betriebsweise entschieden, nicht zum letzten aus personalpolitischen Rücksichten. Bei dieser halbselbsttätigen Betriebsweise entsendet nicht der anrufende Teilnehmer, sondern die vermittelnde Beamtin die Stromstöße über die Verbindungsleitung; sie besorgt auch die Verrechnung der Gesprächsgebühren.

Alle im Inland und Ausland entstandenen abweichenden Vorschläge für SA-Einrichtungen werden laufend verfolgt und in betrieblicher, technischer und wirtschaftlicher Hinsicht mit den deutschen Einrichtungen verglichen. Vornehmster Gesichtspunkt sind bei der Entscheidung die Belange der Teilnehmer, größtmögliche Betriebsgüte und Betriebsicherheit. Diese Rücksicht hat die DRP veranlaßt, von der Verwendung selbst billigerer, aber weniger betriebsicherer Schaltmittel abzusehen. Im gegenwärtigen Stand der Automatisierung könnte der Übergang zu einem anderen System nur in Betracht kommen, wenn damit ganz erhebliche Vorteile betrieblicher oder wirtschaftlicher Art zu erzielen wären.

Das 1908 eröffnete SA-Amt Hildesheim besteht heute nicht mehr. Es wurde im Jahre 1924 durch neuzeitliche Einrichtungen ersetzt, nicht weil es verbraucht oder betriebsunsicher war, sondern weil die Anpassung zwischen dem bestehenden Amt und einem durch die Zunahme der Anschlüsse bedingten neuen Amtsteil zu schwierig und zu teuer geworden wäre. Bei der 25. Wiederkehr des Eröffnungstages darf aber rückblickend bestätigt werden, daß die Entwicklung auf dem damals neu beschrittenen Wege erfolgreich weitergeführt worden ist.

Die Internationale Seezeichenkonferenz in Paris.

Von Dr. **F. Born**, Berlin.

Vom 3. bis 8. VII. 1933 fand in Paris die zweite Internationale Seezeichenkonferenz statt, die als Fortsetzung der ersten Konferenz[1] in London 1929 einen Erfahrungsaustausch auf sämtlichen Gebieten des Seezeichenwesens bezweckte. An der Konferenz nahmen die Vertreter folgender 14 Staaten teil: Deutschland, England, Frankreich, Holland, Dänemark, Schweden, Norwegen, Island, Finnland, Lettland, Italien, Spanien, V. S. Amerika und China.

Über die wichtigsten Verhandlungen in dem Arbeitsausschuß für Lichtsignale soll nachfolgend berichtet werden.

Während auf der ersten Konferenz in London auf dem Gebiet der Lichtzeichengebung nur ganz allgemein gehaltene Aussprachen gepflogen wurden, hatte die Tagungsleitung in Paris auf Grund der eingereichten schriftlichen Arbeiten[1a] einzelne wichtige Themen herausgegriffen, über die eine eingehende Aussprache stattfand, zum Teil mit dem Ziel der Vereinbarung von Empfehlungen. Als wichtigste Diskussionspunkte sind zu erwähnen: Lichtquellen, Empfindungschwelle des Auges und Lichtwert eines Blinkfeuers, Berechnung der Lichtstärke von Leuchtfeuern und farbige Feuer. Ferner wurde ein neugeschaffenes Wörterbuch vorgelegt.

Zu dem Thema „Lichtquellen" lagen zwei Mitteilungen über neue elektrische Glühlampen für Leuchtfeuer vor[2], die sich mit den Vorzügen der Niederspannungslampen mit Doppelwendel-Leuchtkörper beschäftigen. Die Leuchtdichte dieser Leuchtkörper ist bedeutend höher als diejenige der Netzspannungslampen gleicher Leistung in zylinderförmiger oder einebeniger Wendelanordnung. Daher sind auch die mit den Leuchtkörpern von Niederspannungslampen erzielten Lichtstärken in den jeweils geeigneten Optiken erheblich größer als die mit Netzspannungslampen erreichbaren Lichtstärken. Der Vorteil der höheren Leuchtdichte ist nur durch Übergang zu niedrigeren Spannungen, also höheren Strömen, erreichbar. Die etwas größere Ungleichmäßigkeit der Lichtverteilung der Niederspannungslampen hat sich in der Praxis in keiner Weise nachteilig bemerkbar gemacht.

Die Verhandlungen erstreckten sich weiter auf die Schwärzung der Glühlampenkolben und die Vermeidung ihrer optisch nachteiligen Wirkung sowie auf den Zusammenhang zwischen Lichtausbeute und Lebensdauer und das günstigste Verhältnis beider.

Es wurde ferner über Gasentladungsröhren gesprochen, die bisher im Seezeichenwesen allerdings noch nirgends Anwendung gefunden haben. Von verschiedenen Seiten wurde über die guten Erfahrungen mit Hochleistungs-Neonröhren berichtet, die auf Flugstrecken und als Ansteuerungsfeuer auf Flughäfen erprobt worden sind.

Die Erörterung erstreckte sich weiter auf Lichtquellen anderer Art: elektrische Bogenlampen sowie verflüssigte und komprimierte Gase. Bogenlampen werden nach Möglichkeit allmählich durch Glühlampen ersetzt, wenn mit dem Übergang zu Glühlampen keine allzu große Verringerung der Tragweite und keine zu hohen Kosten verbunden sind. Verflüssigte Gase müssen in all den vielen Fällen angewandt werden, in denen elektrische Energie nicht zur Verfügung steht, so z. B. bei fast allen Bojen. Auf diesem Gebiet sind in letzter Zeit sehr erhebliche Fortschritte gemacht worden. Die Feuer brauchen nur alle 3 bis 4 Monate mit neuen Betriebsmitteln versehen zu werden. Die Wartungskosten sind also außerordentlich gering.

Zu den Verhandlungspunkten des Schwellenwertes der Augenempfindlichkeit und des Festfeueräquivalentwertes eines Blinkfeuers waren mehrere Arbeiten eingegangen. Hampton und Holland[3] schlagen als Schwellenwert $\lambda = 0{,}12$ K/km² vor, Rey[4] empfiehlt $\lambda = 0{,}3$ K/km². Van Vloten[5] leitet aus einer Arbeit von Langmuir und Westendorp[6] $\lambda = 0{,}3$ K/km² ab. Die Untersuchung von Toulmin-Smith und Green[7] führte im wesentlichen zu einer Bestätigung des Blondel-Reyschen Gesetzes über den Leuchtwert I_0 eines Blinkfeuers $I_0 = I \frac{t}{a+t}$, wo I die Lichtstärke und t die Blinkdauer des Blinkfeuers und a eine Konstante bedeutet. Toulmin-Smith und Green zeigen, daß die Konstante a und der Schwellenwert λ voneinander abhängig sind. Im Laufe der Erörterung einigte sich die Versammlung auf die Werte $\lambda = 0{,}2$ K/km² für den Schwellenwert und $a = 0{,}2$ für die Blondel-Reysche Konstante, so daß nunmehr die einheitliche Behandlung von Angaben über die Sichtweiten von Seefeuern sichergestellt ist. Die entsprechenden Formeln zur Berechnung der Lichtstärken von festen und blinkenden Scheinwerfern und Gürtellinsenfeuern wurden aufgestellt.

Zu dem Thema der Standardisierung gefärbter Gläser[8] wurde festgestellt, daß sowohl die

---

[1] ETZ 1930, S. 61.

[1a] Über einige von diesen Arbeiten soll in der „Rundschau" berichtet werden.

[2] F. Born, Neue elektrische Glühlampen für Leuchtfeuer im Seeverkehr. — P. van Braam van Vloten, Untersuchungen über eine neue Leuchtkörperform für Leuchtfeuerlampen.

[3] W. M. Hampton u. A. I. Holland, Über die Wahrnehmbarkeit von Seefeuern.

[4] Jean Rey, Über den Wert der geringsten wahrnehmbaren Beleuchtung.

[5] P. van Braam van Vloten, Einige Bemerkungen zu der Arbeit von Hampton und Holland „Über die Wahrnehmbarkeit von Seefeuern. Physics Bd. 1 (1931), S. 273.

[6] A. K. Toulmin-Smith u. H. N. Green, Das Festfeueräquivalent von Blinkfeuern.

[7] A. Blondel, Über die Standardisierung gefärbter Gläser.

Digitized by Google

Art der Messung als auch die festgelegten Farbgrenzen für farbige Feuer in den verschiedenen Ländern noch stark voneinander abweichen. Es herrschte Übereinstimmung darüber, daß die Frage der Vereinheitlichung weiter studiert werden muß.

Eine Aussprache entstand ferner über den Einfluß der Benetzung von Leuchtfeueroptiken auf den Strahlenverlauf[9]. Die Ablenkung der Lichtstrahlen durch Wassertropfen auf der Verglasung oder auf der Optik selbst beträgt je nach der Tropfengröße und der Lichtfarbe bis zu 5 °. Von der größten Bedeutung kann diese Ablenkung in Leitfeuern werden, bei denen verschiedenfarbige Sektoren dicht aneinander stehen. Es wurden verschiedene Mittel genannt, um das Beschlagen der Verglasung durch Tau zu vermeiden. Gegen Beregnung bei scharfem Wind konnte kein wirklich einwandfreies Mittel angegeben werden.

[9] S. Jacobson, Die Ablenkung des Lichtes von Leuchtfeueroptiken infolge Benetzung der Verglasung.

Ein sehr großes Verdienst hat sich die Tagungsleitung erworben durch die Zusammenstellung der im Seezeichenwesen üblichen Ausdrücke in vier Sprachen (Französisch, Englisch, Deutsch und Holländisch) in einem kleinen Wörterbuch, das ein außerordentlich willkommenes Hilfsmittel für die mündlichen Verhandlungen sowie auch für den schriftlichen Erfahrungsaustausch darstellt.

Auch ein Verzeichnis des Schrifttums über das gesamte Seezeichenwesen, das von der französischen Seezeichenbehörde zusammengestellt worden war, ist außerordentlich wertvoll. Berücksichtigt ist die gesamte Literatur auf diesem Gebiet, etwa mit dem Anfang des 19. Jahrhunderts beginnend bis zum Ende des Jahres 1932.

Auf der Konferenz wurden außer den Lichtzeichen in teilweise parallel tagenden Ausschüssen auch die Fragen der Schallsignale und der radio-elektrischen Hilfsmittel für den Seeverkehr behandelt.

Die nächste Seezeichenkonferenz soll 1937 in Berlin stattfinden.

Die Sammlung für Elektromaschinenbau im Elektrotechnischen Institut der Techn. Hochschule in Karlsruhe.

Von **Rudolf Richter**, Karlsruhe i. B.

Zur Unterstützung des Unterrichts im Elektromaschinenbau verwende ich seit Jahren Anschauungsmaterial in Form von Einzelteilen, Modellen sowie guter photographischer Aufnahmen von Maschinen und Maschinenteilen. Die Sammlung ist im Laufe der Jahre ergänzt und jetzt in übersichtlicher Anordnung in den Gängen des Instituts untergebracht worden, so daß die Studierenden Gelegenheit haben, sich über die Konstruktionselemente der elektrischen Maschinen und über ihren Aufbau und ihre Entwicklung jederzeit selbst zu unterrichten. Die Eigenart der Sammlung dürfte in Fachkreisen, besonders bei den im Lehrberuf stehenden Fachgenossen, Beachtung finden und soll deshalb mit wenigen Worten erläutert werden.

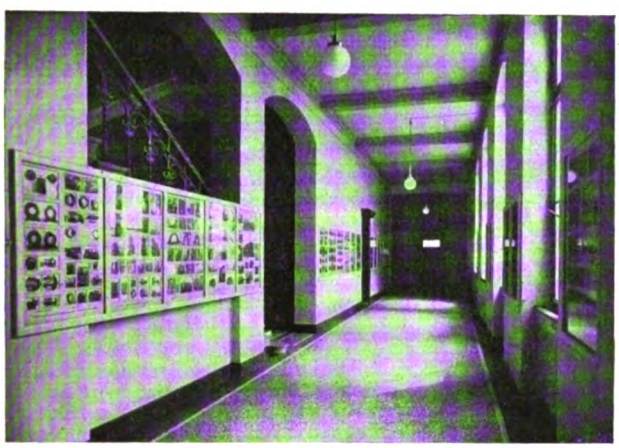


Abb. 1. Blick in die Lichtbildersammlung.

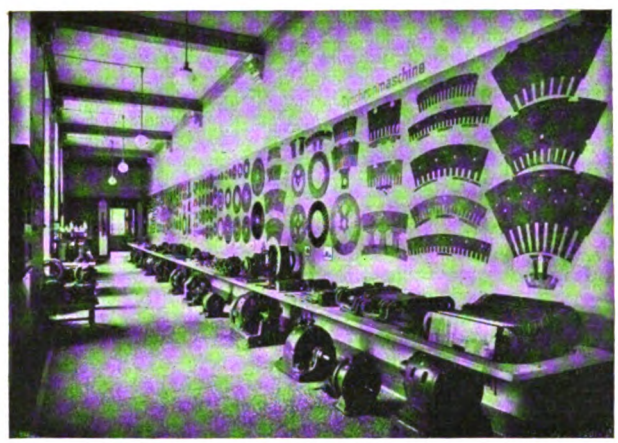


Abb. 2. Gesamtansicht der Modellsammlung.

Abb. 1 zeigt den Gang, in dem die Photographien untergebracht sind, Abb. 2 gibt eine Gesamtansicht der Modellsammlung. An den freien Stellen der Wände und Tische sind die sehr ausführlichen Erläuterungen untergebracht, die über Zweck, Abmessungen, Leistung, Herkunft und Jahreszahl Auskunft geben. Es haben ferner, hauptsächlich unter den Tischen, 14 elektrische Maschinen aus der Zeit von 1873 ··· 1900 Aufstellung gefunden. Sie vermitteln einen Eindruck von der geschichtlichen Entwicklung im Elektromaschinenbau, der durch 2 Tafeln mit 72 Photographien noch vervollständigt wird. Die eine dieser Tafeln, die die Entwicklung der Gleichstrommaschine darstellt, ist in Abb. 3 wiedergegeben.

Die Teile der Modellsammlung sind jeweils nach Maschinenarten geordnet.

Auf der Fensterseite (linke Seite in Abb. 2) befinden sich die Modelle und Teile von Transformatoren: Eisengestelle, Spulen für Primär- und Sekundärwicklung, Isolatoren, Isolierzylinder, verschiedene Blechschnitte und ein Modell eines Einheitstransformators mit Ölkessel. Außerdem ist dort eine Reihe von Gehäusen, Lagerschilden, Ventilatoren für Gleich- und Wechselstrommaschinen, einige Stromwender und schließlich Blechschnitte für Reihenschluß-Wechselstrommotoren ausgestellt.

Auf der dem Fenster gegenüberliegenden Wand (rechte Seite in Abb. 2) sind in der Reihenfolge von hinten nach vorn die Modelle und Teile von Gleichstrommaschinen, Induktionsmaschinen und Synchronmaschinen untergebracht.

Auf den Tischen der Gleichstrommaschine sehen wir zunächst das teilweise aufgeschnittene Modell eines fertig gewickelten Gleichstromankers mit Stromwender und 2 Modelle, die das Eigentümliche der Wellen- und Schleifenwicklung veranschaulichen und erkennen lassen, wie man die Breite der Wendezone bestimmen und ablesen kann. Es folgen die verschiedenen Wicklungselemente der Gleichstrom-Ankerwicklungen. Daran schließen sich Polkerne verschiedener Ausführung, Wendepolspulen aus Draht, Flachkupfer und Kupferblech, flach- und hochkant gewickelt sowie Hauptpolspulen in der üblichen Ausführung als volle Spulen, Röhrenspulen und Scheibenspulen. An der Wand sieht man Draht- und Nutisolierungen, Proben der gebräuchlichen Isolierstoffe, Bürstenhalter, Kohlebürsten und weiterhin Blechschnitte von Gleichstrommaschinen. Der Anschaulichkeit wegen sind bei einigen Blechschnitten Joch, Wendepole und Wicklungen angedeutet. Die Blechschnitte an der Wand sind unmittelbar über den Teilen auf den Tischen, die zu derselben Maschine gehören, angeordnet, und durch entsprechende Be-

Digitized by Google

zeichnung sind die Teile derselben Maschine als zusammengehörig gekennzeichnet.

Auf den Tischen der Induktionsmaschine befinden sich zunächst Modelle für die Läufer und ihre Wicklungen: ein fertig gewickelter Schleifringläufer, ein Kurzschluß- und Wirbelstromläufer sowie ein Modell für eine Zweischicht-Stabwicklung. Daran schließt sich das Modell eines vollständigen Induktionsmotors an, das aufgeschnitten ist, damit man die einzelnen Teile im Schnitt sehen kann. Weiter folgen Einzelteile von Induktionsmaschinen, wie Schleifringe, Bürsten-Abhebevorrichtung, Ventilatoren, Nutisolierungen, ein Kurzschlußläufer besonderer Bauart, Wicklungselemente für Stabwicklungen, Spulen zum Einträufeln und Formspulen für Wicklungen mit Spulen gleicher Weite. Die sich anschließenden Ständerwicklungen, nämlich Zwei-Etagen-Wicklungen mit und ohne gekröpfte Spule, Drei-Etagen-Wicklung mit verteilten Wicklungsköpfen und eine Bruchlochwicklung, bilden zugleich den Übergang zur Synchronmaschine. An der Wand ist zunächst der Vorgang beim Stanzen der Bleche veranschaulicht. Dann schließen sich die Blechschnitte für Induktionsmaschinen kleinerer Leistung an, und zwar jeweils für Schleifring-, Kurzschluß-, Wirbelstrom- und Doppelnutläufer. Weiter folgen die Blechschnitte größerer Induktionsmaschinen. Sie sind, wie bei der Gleichstrommaschine, unmittelbar über den zugehörigen Teilen auf den Tischen angeordnet und so, daß die Größe der Maschinen von hinten nach vorn (Abb. 2) zunimmt.

Von den Einzelheiten der Synchronmaschine auf den Tischen sind hervorzuheben: Feldspulen verschiedener Form und Ausführungsart, Schleifringkörper und Bürstenbrücken, Modelle über die Befestigung der Pole im Radkranz und der geblechten Polschuhe im Polkern, weiter einige Ständerspulen großer, langsam laufender Synchronmaschinen. Mehrere zum Teil bakelierte Spulenseiten sind im Schnitt gezeigt. Von der Ständerspule eines Turbogenerators ist ein kleines Modell vorhanden, ebenso von einer ganzen Evolventenwicklung. Über die Unterdrückung der zusätzlichen Stromwärme unterrichtet eine besondere Tafel, die auf der Fensterseite untergebracht ist.

Die Blechschnitte an der Wand zeigen die sehr verschiedenen Ausführungsarten der Synchronmaschine. Ihre Anordnung ist auch hier so gewählt, daß die Größe der Maschinen von hinten nach vorn zunimmt. Ganz vorn sind (Abb. 2) drei Blechschnitte von Turbogeneratoren zu sehen. Zum untersten Blech sind auch zwei Läuferzähne vorhanden; Nabe und Wicklung sind angedeutet.

An geschichtlichen Maschinen, die zum größten Teil unter den Tischen (Abb. 2) untergebracht sind, enthält die Sammlung zwei Gleichstrommaschinen von Gramme mit Ringanker (1873 und 1881), eine von Siemens & Halske (1873/1885), eine von Schuckert (1880/1892), eine von Gérard (1884) mit vier Nuten im Läufer, eine von Fritsche (1893) mit Glockenanker und einen Einankerumformer von Schuckert (1895) mit Ringwicklung. Es folgen dann eine Synchronmaschine von Siemens & Halske (1878/1892), eine selbsterregte Synchronmaschine von Helios (1887), ein Einphasen-Reihenschlußmotor von Déri und Blathy (1889), eine als Gleichpoltype ausgebildete Synchronmaschine von Thury (1890), ein Repulsions-Induktionsmotor von Arnold (1892), ein Einphasen-Reihenschlußmotor von Schorch (1895) und ein Einphasenmotor von Steinmetz (1900).

Abb. 3. Entwicklung der Gleichstrommaschine in Bildern.

Um den Aufbau der Sammlung, die Anfertigung von Modellen und die Abfassung der umfangreichen Erläuterungen hat sich mein Assistent, Herr Dipl.-Ing. Sitzler, besonders verdient gemacht. Auch den Firmen, die uns bei der Beschaffung der Einzelteile behilflich waren, bin ich zu Dank verpflichtet. Die schöne äußere Form verdankt die Sammlung meinem verehrten Kollegen, Herrn Oberbaurat Professor Dr.-Ing. M. Läuger, der uns mit seinem künstlerischen Rat bei der Anordnung der Sammlung und der Gestaltung der Räume in freundlicher Weise unterstützt hat.

Die Entwicklung der Bleibatterien für Fahrzeuge.

Von Dipl.-Ing. W. Rödiger, Berlin.

Übersicht. Es werden kurz die geschichtliche Entwicklung des Blei-Akkumulators, insbesondere der Elektroden, und sodann in größerer Ausführlichkeit die Gestaltung (Elektrodenform, Separatoren, Elementgefäße, Trogeinbau) der Fahrzeugbatterien beschrieben.

Um die Entwicklung des Fahrzeug-Akkumulators verfolgen und verstehen zu können, bedarf es zunächst eines kurzen Rückblickes[1] auf die Entstehung und Entwicklung des Akkumulators überhaupt. Nachdem man die Möglichkeit der Aufspeicherung elektrischer Energie auf chemischem Wege erkannt hatte, war die erste und wichtigste Aufgabe die, eine in chemischer und konstruktiver Hinsicht geeignete Gestaltung der Elektroden zu finden, an denen durch chemische Umsetzung die Aufspeicherung der elektrischen Energie erfolgt.

Auf Grund der Versuche von Sindsteden um das Jahr 1854 war festgestellt worden, daß von allen Metallen das Blei in Schwefelsäure für die Herstellung der Elektroden am geeignetsten sei. Plantée erweiterte diese

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 900.

Digitized by Google

Erkenntnis dahin, daß weit mehr noch als metallisches Blei gewisse Bleioxyde für die in Betracht kommenden Vorgänge geeignet seien. Er baute in den Jahren 1859/60 seinen ersten Akkumulator, indem er gewöhnliche Bleiplatten getrennt durch Gummibänder in Schwefelsäure stellte, und um die Oxyde zu erhalten, sandte er elektrischen Strom wechselweise, immer bis zur Gasentwicklung, in beiden Richtungen durch das Element. Das Verfahren war langwierig und teuer, er erreichte aber damit schließlich seinen Zweck. Da kam im Jahre 1881 Camille Faure auf den Gedanken, die Bleioxyde, statt sie aus den Bleiplatten zu formieren, auf die Bleiplatten aufzutragen und sie dort mittels poröser Scheidewände festzuhalten. Dadurch wurde die langwierige Formierung zur Bildung der Oxyde überflüssig. Etwas später konstruierte dann Volckmar die erste Bleigitterplatte und füllte deren Öffnungen mit feinzerteiltem metallischem Blei aus, um die Scheidewände entbehrlich zu machen. Damit war eine Platte geschaffen, die leicht und in kurzer Zeit zu formieren war und die, allerdings erst viel später, zur Platte des Fahrzeug-Akkumulators werden sollte. Die Schwierigkeit war und blieb zunächst noch, einen guten Kontakt zwischen aktiver Masse und Bleigitter herzustellen und letzterem eine Form zu geben, die der aktiven Masse den erforderlichen Halt gab und den Ausfall derselben auch bei den mit jeder Ladung und Entladung besonders an den positiven Elektroden auftretenden Volumenänderungen verhinderte. In den folgenden Jahren wurden zur Erreichung dieses Zieles zahlreiche verschiedene Bleigitter von den inzwischen entstandenen Akkumulatorenfabriken konstruiert und ausprobiert; nur Tudor ging bezüglich der positiven Elektrode einen anderen Weg, indem er die Großoberflächenplatte schuf, für die negative Elektrode aber die pastierte Gitterplatte beibehielt.

So lagen die Dinge, als etwa im Jahre 1893 die ersten Nachrichten über elektrisch betriebene Straßenfahrzeuge, die ihren Strom aus einer mitgeführten Akkumulatorenbatterie erhielten, aus Amerika kamen. Der Direktor Adolph Müller der Akkumulatoren-Fabrik AG. brachte von einer in diesem Jahre unternommenen Amerikareise ein solches Fahrzeug, einen sogenannten Selbstfahrer, mit nach Deutschland und versuchte damit bei den deutschen Wagenbaufirmen das Interesse für den Bau derartiger Wagen zu wecken. Das aber erwies sich zunächst als unmöglich. In den folgenden 10 Jahren wurden zwar hier und da Versuchsfahrzeuge hergestellt, aber sie befriedigten nicht. Lediglich für die Feuerwehr gelang es der Firma Julius Christian Braun in Nürnberg und später der Norddeutschen Automobil und Motoren Aktiengesellschaft in Bremen eine Anzahl für die besonderen Zwecke dieser Wehr geeigneter Konstruktionen zu schaffen, die auch zur Einführung gelangten. Diese ersten Fahrzeuge wurden mit Großoberflächenplatten-Batterien ausgerüstet. Im Jahre 1898 baute auch die Akkumulatoren-Fabrik Gottfried Hagen in Kalk bei Köln in Verbindung mit der Firma Scheele in Köln ihre ersten elektrischen Luxus- und Lastwagen mit Gitterplattenbatterien. Es erwies sich aber, daß die Gitterplatten in der damaligen Ausführung und bei der Art des Einbaus, den man für sie wählte, in Fahrzeugen nicht die genügende Lebensdauer hatten und eine ausreichende Betriebsicherheit vermissen ließen. Aber auch mit Großoberflächenbatterien, die sich in den Sonderfahrzeugen der Feuerwehr recht gut bewährten, war die Elektromobilfrage für die meisten anderen Zwecke nicht zu lösen. Die Batterien waren zu schwer und erforderten zu viel Raum für die Unterbringung. Erst als, wiederum aus Amerika und durch Adolph Müller von der Akkumulatoren-Fabrik AG. im Jahre 1902 die Verwendung von Holzbrettchen als Separatoren bekannt wurde, ergab sich die Möglichkeit, Gitterplatten mit Aussicht auf ausreichende Lebensdauer und Betriebsicherheit zu verwenden und auch die Gewichts- und Raumfrage befriedigend zu lösen.

Die Vorteile, die sich aus dem Einbau von Brettchen ergaben, waren folgende: Kurzschlüsse zwischen den Platten durch abfallende Masseteilchen wurden fast ganz vermieden. Die Brettchen gaben der Masse den nötigen Halt in dem Gitter, was besonders bei Fahrzeugbatterien, die dauernd nicht geringen Erschütterungen ausgesetzt sind, von ausschlaggebender Bedeutung war. Sie ermöglichten den sogenannten Engeinbau, d. h. sie gestatteten, den Plattenabstand bis auf die Stärke doppelt gerippter Brettchen zu verringern und dadurch wesentlich größere Leistungen in kleineren Elementgefäßen unterzubringen. Die Ausnutzungsfähigkeit der aktiven Masse in den negativen Platten wurde durch die chemische Einwirkung der Brettchen um etwa 10 % gesteigert, d. h. die Kapazität der negativen Platten um diesen Wert erhöht. Es gelang dann, das Gewicht der Gitterplattenbatterien, das von Anfang an schon wesentlich geringer war als das der gleichgroßen Oberflächenbatterien, noch weiter zu ermäßigen, so daß schließlich jedem Kilogramm Gesamtgewicht der Batterie eine Kapazität von 30 Wh bezogen auf 5stündige Entladung entsprach. Damit scheint allerdings auch wohl die Grenze der wirtschaftlichen Ausnutzung der sogenannten Leichtbatterien erreicht zu sein, da es bisher nicht gelungen ist, eine weitere Verminderung des Gewichtes bezogen auf die Kapazität zu erreichen, ohne die Lebensdauer der Batterien zu beeinträchtigen.

Die Elementgefäße der Fahrzeugbatterien bestehen aus Hartgummi. Schon ehe der Akkumulator für Wagen Verwendung fand, war versucht worden, für die bis dahin gebräuchlichen, aus Glas oder Holz bestehenden Gefäße ein anderes Material zu finden, das säurebeständig und bruchsicher war und die Herstellung dünnwandiger, formbeständiger Gefäße gestattete. Ton und das sogenannte Heising-Material, zwei Werkstoffe, die schon im Jahre 1890 ausprobiert wurden, bewährten sich nicht. Ebensowenig war mit den sogenannten Gummikästen, einer französischen Ausführung, trotz mancher guten Eigenschaften auf die Dauer der gewünschte Erfolg nicht zu erzielen. Gummifabrikate von lederartiger Härte enttäuschten ebenfalls, weil sie schnell brüchig wurden. Inzwischen war in Amerika von der Butler Hard Rubber Comp. ein Hartgummikasten herausgebracht worden, der allen Ansprüchen entsprechen sollte. Nach eingehenden Prüfungen, die außerordentlich befriedigende Ergebnisse hatten, wurden die Patente des Materials, aus dem die Kästen hergestellt waren, für Deutschland erworben. Das geschah etwa im Jahre 1896, und damit war die Frage des leichten, dünnwandigen, isolierfähigen, säurefesten, bruchsicheren und formbeständigen Akkumulatorgefäßes auch für Deutschland gelöst. Die Kästen haben sich in jeder Beziehung bis heute bewährt.

Um die Batterien für den Einbau in die Fahrzeuge geeignet zu machen, war es nötig, die Elemente in gemeinsame Tröge einzubauen. Man hatte zunächst Bedenken, eine größere Zahl von Elementen auf so engem Raum zusammenzustellen, weil man befürchtete, daß durch die dann unvermeidbar eng zusammenliegenden Pole mit höherer Spannung und das etwaige Ausspritzen der Säure Kurzschlüsse herbeigeführt würden. Infolgedessen unterteilte man die zu einer Batterie gehörenden Elemente und baute sie gruppenweise in mehrere kleine Tröge ein. Das geschah auch noch aus einem anderen Grunde. Man hatte zu jener Zeit noch keine Fahrzeugkonstruktion, die für die Unterbringung einer geschlossenen Batterie einen genügend großen Raum bot. Man baute daher die Batterieteile überall dort in den Fahrzeugen ein, wo Platz war, und verband die einzelnen Teile durch isolierte Leitungen. Es ergab sich aber bald, daß diese getrennte Unterbringung ein Fehler war, weil sie die ordnungsmäßige Überwachung und die Auswechselung viel zu sehr erschwerte. Die Notwendigkeit der geschlossenen Unterbringung einer Batterie führte dann zu einem kurzschlußgesicherten Einbau der Elemente in einen gemeinsamen Trog und zu entsprechender Rücksichtnahme auf den Raumbedarf bei der Konstruktion der Fahrzeuge. Die Tröge wurden im Innern mit einer gut isolierenden Masse ausgekleidet, die Elemente erhielten Deckel und wurden außerdem erhöht, um bei den unvermeidlichen Erschütterungen des Fahrzeugs und bei Schräglage auf Steigungen ein Ausspritzen oder Überlaufen der Säure zu verhindern. Auf diese Weise wurde erreicht, daß man sogar Batterien von 80 Elementen in einem gemeinsamen Trog ohne Gefahr eines Kurzschlusses unterbringen konnte.

Als geeigneter Platz für den Einbau der geschlossenen Batterie im Wagen wurde bei den nun folgenden Fahrzeugkonstruktionen der Raum unter dem Fahrgestellrahmen, zwischen Vorderachse und Hinterachse oder auf dem Rahmen vorn unter der Haube oder unter dem Führersitz erkannt und dementsprechend die Konstruktion der Fahrzeuge entwickelt. Neuerdings teilt man die größeren Batterien wieder, um sie bequemer handhaben zu können, und hängt sie in zwei langen schmalen Trögen zu beiden Seiten unter den Rahmen. Die Auswechslung der Batterien erfolgt in den Fällen, wo die Batterie am Rahmen hängt, mit Hilfe einer geeigneten Aufhängevorrichtung und eines niedrigen Karrens, im anderen Falle durch einen Flaschenzug.

Digitized by Google

Präzisionsstromwandler.

Von Dipl.-Ing. Alex. Keller, Frankfurt a. M.

Übersicht. Es werden neue Stromwandler hoher und höchster Genauigkeit beschrieben, deren Herstellung erst durch Verwendung von Nickeleisenlegierungen als Kernbaustoff ermöglicht wurde, und zwar wurden Normalwandler für die Nachprüfung von Betriebswandlern in der Brücke von Schering und Alberti und für das Differentialverfahren entwickelt, außerdem tragbare Präzisionsstromwandler der Klassen 0,1 und 0,2 mit sehr großen Strombereichen für Laboratoriums- und Prüffeldmessungen.

Während bis vor wenigen Jahren Stromwandler der Klasse E mit einem Stromfehler von ± 0,5 % und einem Winkelfehler von ± 40′ — abgesehen von Sonderwandlern, wie dem Zweistufenwandler nach Brooks und Holz — das Genaueste darstellten, was mit normalen Mitteln auf diesem Gebiete erreicht werden konnte, ist es heute durch Verwendung von Nickeleisenkernen möglich, Stromwandler größter Genauigkeit sowohl hinsichtlich des Stromfehlers als auch des Winkelfehlers herzustellen. Dies hat zunächst seinen sichtbaren Ausdruck darin gefunden, daß in den neuen Regeln für Meßwandler[1] außer der früheren Klasse E mit einem Übersetzungsfehler von 0,5 % noch eine Klasse 0,2 eingeführt worden ist. Aber auch die Klasse 0,2 ist durch die Entwicklung bereits als überholt anzusehen. Man fordert deshalb für Präzisionsstromwandler heute eine noch nicht in den Regeln enthaltene Klasse 0,1 mit den halben Fehlerziffern der Klasse 0,2. Die Fehlergrenzen der verschiedenen Klassen von Präzisionswandlern sind aus Zahlentafel 1 ersichtlich.

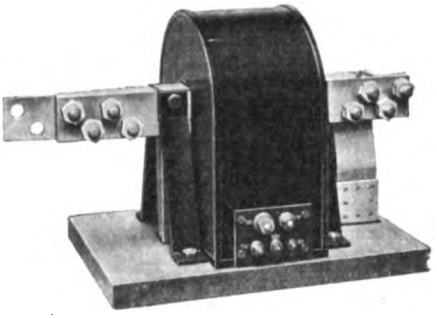
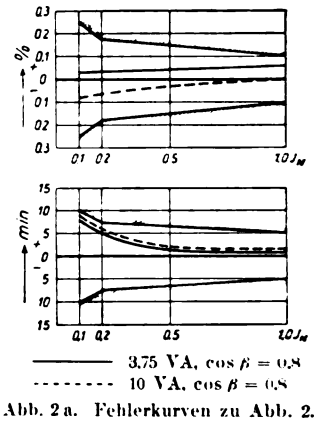


Abb. 1. Normalwandler. 50, 100, 150, 250, 500, 1000, 1500, 2000, 3000, 6000/5 A.

Abb. 2. 0,1 %-Wandler, 0,5, 1, 2, 5, 10, 20, 50,5 A.



——— 3,75 VA, $\cos\beta = 0{,}8$
- - - - - - - - 10 VA, $\cos\beta = 0{,}8$

Abb. 2a. Fehlerkurven zu Abb. 2.

Zahlentafel 1. Fehlergrenzen von Präzisionsstromwandlern.

Klassenziffer	Stromfehler in % bei 1,0 I_n	bei 0,2 I_n	bei 0,1 I_n	Fehlwinkel in Min. bei 1,0 I_n	bei 0,2 I_n	bei 0,1 I_n
0,1	0,1	0,175	0,25	5	7,5	10
0,2	0,2	0,35	0,5	10	15	20
0,5	0,5	0,75	1,0	30	40	60

Die tatsächlichen Fehler der Wandler dürfen an keiner Stelle größer sein, als dem Linienzug entspricht, der bei graphischer Darstellung durch geradlinige Verbindung der Werte dieser Tafel erhalten wird (s. Abb. 2 a, 3 a und 4 a). Die Mindestbürde, mit welcher Wandler von 5 A sekundärem Nennstrom zu untersuchen sind, beträgt 0,15 Ω entsprechend 3,75 VA.

Wenn auch diese neuen Legierungen an und für sich den Bau solch hochwertiger Wandler zuließen, so mußte doch erst die Möglichkeit geschaffen werden, einen Wandler in seinem Übersetzungsverhältnis genau genug abzugleichen, da das übliche Verfahren des Zu- oder Abwickelns von Sekundärwindungen bei Wandlern mit beispielsweise 1000 AW. und 5 A sekundärem Nennstrom nur eine Abgleichung auf ± 0,5 % gestattete. Es war wohl ein Verfahren bekannt, Stromwandler genauer abzugleichen, das darin besteht, das Ende der Sekundärwicklung durch in dem Kern vorgesehene Öffnungen zu führen, so daß Windungen entstehen, welche nur einen Teil des Kraftlinienflusses umfassen. Allerdings erlaubten solche Teilwindungen auch nur eine Abgleichung in gewissen Stufen. Eine mindestens ebenso einfache, aber elegantere und beliebig genaue Abgleichung ermöglicht die Erfindung nach dem DRP 581 084.

Danach werden Sekundärwicklungen verschiedener Windungszahl parallelgeschaltet, wobei die Unterteilung entsprechend der gewünschten Genauigkeit der Abgleichung beliebig weit getrieben werden könnte. Vorteilhafter ist es, nur zwei Sekundärwicklungen verschiedener entsprechend der gewünschten Genauigkeit der Abgleichung durch einen Widerstand herbeizuführen, der einem Wicklungsteil in Reihe gelegt ist.

Die Genauigkeit, mit welcher solche Wandler geliefert werden können, wird lediglich begrenzt durch die Genauigkeit des Verfahrens, mit dem sie untersucht werden. Die genaueste Prüfeinrichtung ist bis heute noch die von der PTR angegebene nach Schering und Alberti[2], welche Stromfehler auf ± 0,02 % und Winkelfehler auf ± 2′ sicher zu messen erlaubt. Innerhalb dieser Fehlergrenzen können deshalb bereits Stromwandler geliefert werden, sog. Normalstromwandler, wie sie hauptsächlich als Primärnormale für Stromwandler-Prüfeinrichtungen Verwendung finden.

Die Firma Hartmann & Braun AG. stellt solche Normalwandler in verschiedenen Ausführungen her, und zwar entsprechend den Bedürfnissen zumeist mit mehreren Anzapfungen für Primärnennströme bis 1000 ··· 3000 oder 6000 A. Abb. 1 zeigt einen Normalwandler, der obige Fehlergrenzen in dem Bereiche 5 ··· 120 % des Primärnennstromes einhält, und zwar bei Belastungen bis zu 20 VA. Fehlerkurven eines solchen Wandlers aufzustellen, wäre eine Selbsttäuschung, da ja, wie bereits gesagt, die Fehler innerhalb der Genauigkeitsgrenzen der bisherigen Meßverfahren liegen.

Normalwandler für Stromwandler-Prüfeinrichtungen, bei denen die Sekundärwicklungen des Normals und des Prüflings in Reihe geschaltet werden, wobei der Differenzstrom ein Maß für die Wandlerfehler bildet, erhalten Anzapfungen für alle gebräuchlichen Primärnennströme, außerdem Sekundärwicklungen für 5 und 1 A. Ein solcher Wandler bis zu 500 A erhält zweckmäßig folgende Stromstufen 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 75, 80, 100, 120, 150, 200, 250, 300, 400, 500 A. Da bei diesem Verfahren nur Stromwandler mit denselben Übersetzungsverhältnissen, wie sie der Normalwandler aufweist, untersucht werden können, genügt es, wenn dieser bis zu 10 % seines Nennstromes herab obige Fehlergrenzen einhält.

Wandler der Klasse 0,1 und 0,2 sind in den Abb. 2 ··· 4 dargestellt; die zugehörigen Fehlerkurven sind in den Abb. 2 a ··· 4 a veranschaulicht. Abb. 2 zeigt einen Präzisionsstromwandler der Klasse 0,1 für 0,4 Ω, d. h. für 10 VA und 50 Hz. Er wird zumeist in Verbindung mit Wattmetern bei genauesten Leistungsmessungen verwendet. Innerhalb der Genauigkeitsgrenzen der Klasse 0,2 ist eine Bürde von 0,6 Ω, in der Klasse 0,5 eine solche von 1,8 Ω zulässig. Die Umschaltung auf die verschiedenen Meßbereiche erfolgt bei diesem Wandler durch einen Stöpsel,

[1] VDE 0512/1932.

[2] ETZ 1915, S. 360.

Digitized by Google

wobei durch einen zweiten Stöpsel zwecks Vermeidung einer Stromunterbrechung während der Umschaltung die Primärwicklung des Wandlers kurzgeschlossen wird. Das Gewicht des Wandlers beträgt 7 kg bei Abmessungen von 230 · 200 · 90 mm.

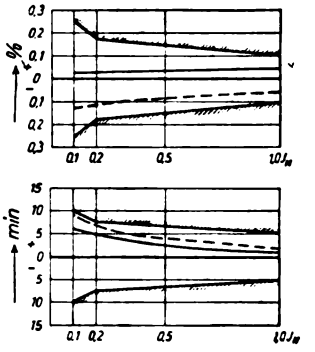


Abb. 3. 0,1 %-Wandler, 0,25, 0,5, 1, 2,5, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1000/5 A.

Abb. 3a. Fehlerkurven.

Abb. 3 stellt die Sonderausführung eines Durchsteckwandlers der Klasse 0,1 dar. Dabei sind die Wicklungen bis 100 A in den Wandler fest eingebaut, während die Primärwicklung für die höheren Stromstärken von Windungen gebildet wird, welche die Wandleröffnung von 75 mm Dmr. durchsetzen. Durch Reihenschaltung der eingebauten Primärwicklung für 5 A mit der Sekundärwicklung kann auch noch das Übersetzungsverhältnis 2000/5 A hergestellt werden.

I *II*

Abb. 4. 0,2 %-Wandler. *I*: 0,5, 1, 2, 5, 10/5 A, *II*: 15, 50, 100, 150, 200, 300, 600/5 A.

Da die Wandlerregeln die Einhaltung der Fehlergrenzen zwischen 10 % und 120 % des Nennstromes vorschreiben, kann man mit einem solchen Wandler Ströme von 0,025 A bis 2400 A mit der erforderlichen Genauigkeit erfassen. Dieser Universalwandler, der also noch Ströme zu messen gestattet, die sich wie 1 : 100 000 verhalten, dürfte z. Z. der Wandler mit dem umfassendsten Meßbereich sein. Ein Schalter erlaubt, den Wandler sekundärseitig kurzzuschließen, so daß während des Betriebes ohne Gefahr im Sekundärkreis Schaltungsänderungen vorgenommen werden können. Die Leistung des Wandlers bei 50 Hz beträgt 15 VA in der Klasse 0,1, 45 VA in der Klasse 0,2 und 60 VA in Klasse 0,5. Sein Eigenverbrauch beträgt rd. 10 VA, sein Gewicht 12 kg bei den Abmessungen 270 · 250 · 105 mm.

Kleinere Präzisionsstromwandler der Klasse 0,2 sind in den Abb. 4 und 5 dargestellt. Sie sind in ihrer Größe (140 · 120 · 60 mm, 2,0 kg) den bekannten Avi-Meßgeräten angepaßt und werden zumeist mit diesen in einem Meßkoffer vereinigt. Der Wandler, Abb. 4 links, hat bei 50 Hz eine Leistung von 7,5 VA. Wird er jedoch nur mit 0,2 Ω (5 VA) belastet, so besitzt er, sofern er zwischen 30 und 100 % seines Nennstromes benutzt wird, noch die Genauigkeit der Klasse 0,1. Sein Eigenverbrauch beträgt nur 4 VA.

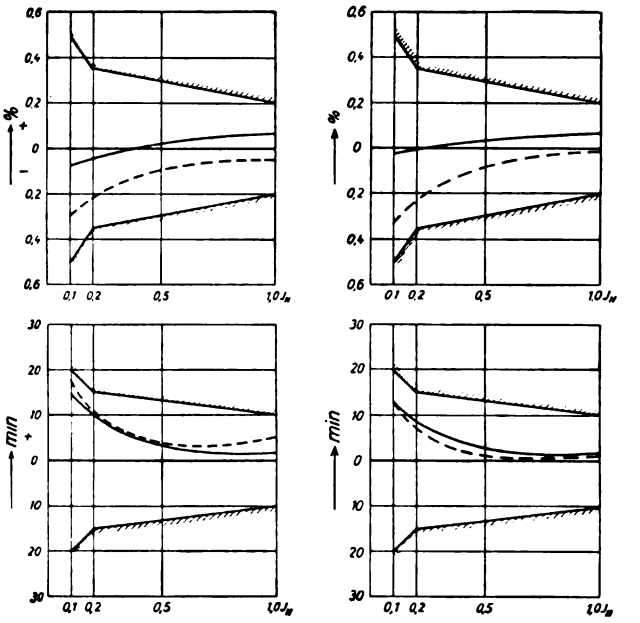


Abb. 4a. Fehlerkurven der Wandler Abb. 4.

Der Stromwandler rechts in Abb. 4 hat eine Leistung von 10 VA. Auch er hält die Genauigkeitsgrenzen der Klasse 0,1 ein zwischen 30 und 100 % des Nennstromes bei einer Bürde von 0,2 Ω, d. h. 5 VA. Die Wicklungen für die Primärnennströme 15 und 50 A sind auf dem ringförmigen Nickeleisenkern fest aufgebracht, wohingegen die Primärwicklung für die höheren Stromstufen von Durchsteckwindungen gebildet wird. Entsprechend der Amperewindungszahl besteht die Primärwicklung für den Meßbereich 600 A aus einer Schiene, welche die Wandleröffnung durchsetzt. Ist diese Schiene in ihrem Querschnitt genügend stark bemessen, dann läßt sich auch noch das Übersetzungsverhältnis 800/5 A herstellen, indem man die eingebaute Primärwicklung mit der Sekundärwicklung in Reihe schaltet. Bei der zulässigen Überlastung von 20 % lassen sich also noch Ströme bis 960 A messen.

Sämtliche vorbeschriebenen Stromwandler haben eine Prüfspannung von 3000 V und sind somit für Betriebspannungen bis 750 V verwendbar.

Über die Entfernung des im Transformatorenöl gelösten Wassers.

Von Dr.-Ing. **Artur Ketnath**, München.

Übersicht. Das im Transformatorenöl gelöste Wasser bewirkt hauptsächlich die Verschlechterung der dielektrischen Festigkeit. Es kann nicht durch Anwendung hoher Temperaturen aus dem Öl entfernt werden. Auch durch Evakuieren bei erhöhter Temperatur kann man nur einen von Zufälligkeiten abhängigen Teil entfernen, der Rest wird durch eine dem Siedeverzug ähnliche Erscheinung im Öl zurückgehalten. Eine vollständige Entfernung des gelösten Wassers und zugleich der gelösten Gase kann in wirtschaftlicher Weise durch mechanische Einwirkung unter vermindertem Druck erreicht werden. Durch derartige einfache Verfahren erhält man Öle von hervorragender dielektrischer und chemischer Qualität.

Aus zahlreichen Arbeiten des Schrifttums geht hervor, daß schon die geringsten Spuren von Wasser im Transformatorenöl seine Durchschlagfestigkeit erheblich herabsetzen. Man verwendet daher in der Praxis alle erdenkliche Sorgfalt darauf, das Wasser möglichst vollkommen aus dem Öl zu entfernen. Trotzdem wurde an den meisten gebräuchlichen Ölreinigungseinrichtungen vielfach Kritik geübt[1], und man ging vom Gebrauch der Filterpresse allmählich zu Trockenverfahren ohne und mit Anwendung von Vakuum und später hauptsächlich zum Zentrifugieren des Öls über. Die dafür gebräuchlichen Einrichtungen wurden in der ETZ eingehend behandelt[2].

Die meisten dieser Ölreinigungsverfahren laufen aber im Grundsatz nur auf eine Entfernung des flüssigen Wassers hinaus. Der Verfasser hat nun an anderer Stelle[3] gezeigt, daß neben dem flüssigen Wasser noch besonders das im Öl gelöste die Durchschlagfestigkeit erheblich

[1] ETZ 1925, S. 25; 1930, S. 722.
[2] ETZ 1924, S. 376; 1925, S. 96 u. 1415; 1926, S. 946; 1928, S. 370.
[3] Arch. Elektrotechn. Bd. 27, S. 254 (1933).

Digitized by Google

herabsetzt. Ein Öl, das bei 3 mm Elektrodenabstand eine Festigkeit von 470 kV_{max}/cm hatte, verschlechterte sich, nachdem es längere Zeit gesättigtem Wasserdampf ausgesetzt war, auf 150 kV/cm.

Das flüssige Wasser kann — wenn man von elektrischen und mechanischen Reinigungsverfahren absieht — durch Trocknung, d. h. durch Anwendung hoher Temperaturen, aus dem Öl entfernt werden. Es genügen dazu aber bei Atmosphärendruck keineswegs in allen Fällen 100 ° C. Wenn sich nämlich das Wasser als Emulsion im Öl befindet — und das wird vielfach der Fall sein —, steht es infolge der Grenzflächenspannung zwischen Wasser und Öl unter einem dem Kugelradius indirekt proportionalen Druck, der sehr hoch werden kann. Dazu kommt noch, daß, damit das Wasser zu sieden beginnt, eine kleine Dampfblase gebildet werden muß, in der der Dampfdruck sehr niedrig ist, da dieser mit abnehmendem Bläschendurchmesser abnimmt. Aus diesen beiden Gründen kann man oft bei kleinen im Öl befindlichen Wassertröpfchen einen erheblichen Siedeverzug beobachten, der nach Dufour bis auf 178 ° C ansteigen kann. Um nun allzu hohe Öltemperaturen zu vermeiden, trocknet man in der Praxis bei vermindertem Druck. Man erreicht dadurch vielfach bessere Ergebnisse als durch Anwendung erhöhter Temperaturen allein, da bei vermindertem Druck auch noch ein Teil des im Öl gelösten Wassers entfernt wird. Dieses gelöste Wasser gelangt meist durch Absorption von feuchter Luft ins Öl.

Aus Abb. 1, die der Arbeit von Flowers und Dietrich[4] entnommen ist, sieht man, daß Öl bei höheren Temperaturen wesentlich mehr Wasser löst als bei niedrigen. Man kann also gelöstes Wasser nicht durch hohe Temperaturen, sondern höchstens durch Unterkühlung aus dem Öl entfernen, was ja auch in Amerika teilweise gemacht wird. Durch Anwendung von Vakuum kann besonders bei höheren Temperaturen ein gewisser Teil der gelösten Luft und des gelösten Wassers entfernt werden, nach H. Thoma[5] etwa die Hälfte. Der Rest wird durch eine dem Siedeverzug ähnliche Erscheinung zurückgehalten. Wie aus dem folgenden hervorgeht, sind die im Öl zurückbleibenden Mengen weitgehend von Zufälligkeiten abhängig.

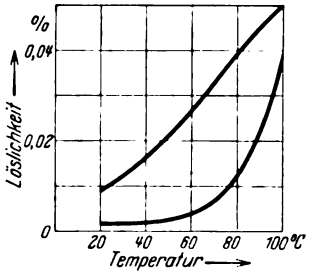


Abb. 1. Löslichkeit von Wasser in Öl, abhängig von der Temperatur.

Auf ein im Öl vorhandenes Gas- oder Dampfbläschen, einen „Keim", wirken von außen der Atmosphärendruck, der hydrostatische Druck und der Kapillardruck, der dem Bläschenhalbmesser indirekt proportional ist. Beim Anlegen des Vakuums wird nun der Druck im Innern größer als der Außendruck, das Bläschen vergrößert sich, was dann wieder eine Abnahme des Kapillardrucks zur Folge hat. Nur Bläschen von einem ganz bestimmten Durchmesser, bei denen der nach innen wirkende Druck gleich dem nach außen wirkenden ist, befinden sich im Gleichgewicht. Bei kleineren ist der Kapillardruck größer als bei den Gleichgewichtsbläschen, die Oberflächenspannung drückt sie also zusammen. Das enthaltene Gas oder der Wasserdampf werden gelöst. Eine derartige Flüssigkeit ist also labil, sie verhält sich ähnlich wie eine überhitzte Flüssigkeit. Die durch das Vakuum in Form von Blasen entfernte Menge von Verunreinigungen hängt also weitgehend von der Anzahl der zufällig im Öl vorhandenen Keime passender Größe ab. Man kann das experimentell sehr schön zeigen, wenn man Öl in ein trockenes Gefäß gießt und dann evakuiert. Von den Wänden und besonders von zufällig vorhandenen Staubteilchen und Verunreinigungen steigen lange Zeit Gasblasen auf. Wenn man dagegen das gleiche Öl in ein Gefäß füllt, das vorher sorgfältig mit gereinigtem Öl durchgespült wurde, steigen nur sehr wenige Blasen auf.

Bei Erhöhung der Temperatur wird der Radius der Gleichgewichtsbläschen weiter nach unten gedrückt. Man befreit also durch Erwärmen noch eine gewisse Luft- und Dampfmenge. Wenn man keine weiteren Mittel anwendet, wird der im Öl verbleibende Rest nur durch einen Diffusionsvorgang, der durch Konvektionsströmungen unterstützt werden kann, nach außen gelangen. Diese Vorgänge laufen natürlich nur außerordentlich langsam ab.

Es wurde nun untersucht, wie sich die Durchschlagfestigkeit des Öls während eines derartigen Prozesses ändert[6]. Das nicht vorbehandelte, dem Faß entnommene Öl hatte eine Festigkeit von 175 kV_{max}/cm. Nach vierstündiger Behandlung bei 120 ° C und etwa 2 mm Hg war verhältnismäßig viel Gas abgegangen. Das Öl hatte dann eine Festigkeit von 370 kV/cm, nach 3 Tagen war sie noch nicht merklich höher, und nach 11 Tagen war sie erst auf 400 kV/cm angestiegen. Da nach dem ersten Tage Blasenbildung nicht mehr zu beobachten war, muß die Verbesserung in den folgenden 10 Tagen auf das Herausdiffundieren des gelösten Wasserdampfes und der gelösten Luft zurückzuführen sein. Dieses Öl wurde nun unter vermindertem Druck kräftig geschüttelt. Dabei gab es noch erhebliche Gas- und Dampfmengen unter kräftiger Schaumbildung ab, da dadurch der Übersättigungszustand aufgehoben wurde. Es hatte dann eine Festigkeit von 470 kV/cm.

Es wurden in der oben erwähnten Arbeit des Verfassers einige Ölreinigungsverfahren untersucht, die den Übersättigungszustand durch mechanische Einwirkung aufheben. Man erhält unter Bedingungen, wie sie im Großbetrieb eingehalten werden können, Durchschlagfestigkeiten von 470 kV/cm (bei 1 mm Elektrodenabstand: 650 kV/cm). Der besondere Vorteil dieser Verfahren liegt darin, daß bei ihnen das gelöste Wasser, das die Vakuumtrockenverfahren nur unvollkommen erfassen, weitgehend entfernt wird, daß aber auch selbst bei niedrigen Temperaturen das flüssige Wasser ebenso gut entfernt wird wie bei den Trockenverfahren. Auch feuchte Fasern beeinflussen die Durchschlagfestigkeit nicht mehr. Da endlich mit dem gelösten Wasserdampf auch die gelösten Gase, also auch der Sauerstoff, weitgehend entfernt werden, weisen derartige Öle eine viel größere Widerstandsfähigkeit gegen Verschlammen auf. Zu diesen die Ölgüte verbessernden Vorteilen kommt noch die erhöhte Wirtschaftlichkeit dieser Entgasungsverfahren[7]. Sie arbeiten nämlich ebenso gut bei Raumtemperatur wie bei erhöhter Temperatur und erfordern nur eine viel kürzere Behandlungszeit, da die Aufhebung des Übersättigungszustandes durch die mechanische Eiwirkung im ganzen Volumen des Öls nahezu augenblicklich und sehr stürmisch erfolgt. Diesen Effekt kann man sehr gut aus Abb. 2 ersehen. Das Öl wird durch den Atmosphärendruck in feinem Strahl durch eine Düse in das Innere eines gläsernen Demonstrationsgerätes gedrückt und trifft dort auf eine entsprechende Platte, an der es das gelöste Gas und Wasser unter starker Schaumbildung abgibt. Die Einrichtung selbst ist robust und billig.

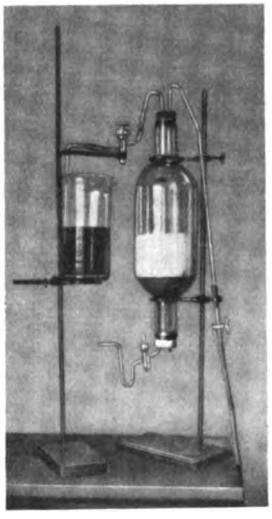


Abb. 2. Aufhebung des Übersättigungszustandes in einem Demonstrationsgerät.

Neuerdings sind nun auch im Vakuum arbeitende Zentrifugen[8] entwickelt worden. Deren besonderer Vorzug gegenüber den früheren Modellen liegt darin, daß, neben der Schleuderwirkung, durch die mechanische Zerstäubung der Übersättigungszustand des Öles aufgehoben wird. Sie stellen deshalb gegenüber den unter Atmosphärendruck arbeitenden Separatoren einen wesentlichen Fortschritt dar. Nachteilig ist allerdings, daß das erreichbare Vakuum aus naheliegenden Gründen nur verhältnismäßig niedrig ist (90 %). Aus der oben genannten Arbeit des Verfassers und dem Vorstehenden geht die große Bedeutung eines möglichst hohen Vakuums klar hervor. Auch der hohe Preis dieser Schleudern fällt natürlich sehr ins Gewicht.

Diese Verfahren arbeiten wohl am einfachsten, sichersten und billigsten. Man könnte aber das gelöste

[4] Power Bd. 75, S. 232 (1932).
[5] Nicht veröffentlichter Vortrag, gehalten 1929 in Köln.

[6] Die Versuche wurden im Hochspannungsinstitut der T. H. Karlsruhe ausgeführt, wofür auch an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. H. Thoma verbindlichst gedankt sei.
[7] Unter Entgasung sei hier auch besonders die Entfernung des gelösten Wasserdampfs verstanden.
[8] ETZ 1930, S. 1310; 1931, S. 296.

Digitized by Google

Wasser auch noch z. B. durch Adsorption an geeigneten hydrophilen Adsorptionsmitteln, wie Kieselsäuregel, Zellstoffasern u. ähnl. entfernen, die zweckmäßig in Filterform angeordnet sind. Man erhält durch Kieselsäuregel tatsächlich eine Aufhellung trüber, also wasserhaltiger Öle und eine Erhöhung der Durchschlagfestigkeit. Natürlich geht dieser Vorgang ziemlich langsam vor sich. Auch durch Chlorkalziumfilter kann man das gelöste Wasser aus dem Öl entfernen und erhält dadurch Durchschlagfestigkeiten über 400 kV/cm. Die entstehende Lösung dürfte aber immer eine gewisse Gefahrenquelle sein.

Ein neuer auch als Wattmeter verwendbarer Prüfzähler.

Von **J. Busch**, Pinneberg.

Übersicht. Es wird ein Prüfzähler beschrieben, dessen Getriebeübersetzungen und Ableseskalen von der Unterteilung der Ankerscheibe bis zum Zählwerk dezimal, und dessen Ankerumdrehungszahlen für die Kilowattstunde ganzzahlige Potenzen von 10 sind. Die sich daraus bei seiner praktischen Verwendung ergebenden Vorteile werden erläutert.

Die Einführung des Dezimalsystems in unser Münz-, Maß- und Gewichtsystem hat bedeutende Vereinfachungen und Verminderung von Rechenarbeit im täglichen Leben gebracht und dadurch die Möglichkeit, Fehler zu machen, ganz erheblich verringert. Unser Zeitsystem ist noch nicht dezimal, und deswegen haben wir in der Technik allerlei Umrechnungen, die zwar durchaus nicht schwierig sind, aber immerhin Aufmerksamkeit erfordern, das Bild unübersichtlich machen und zu Fehlern Veranlassung geben. So werden Umdrehungszahlen gewöhnlich auf die Minute bezogen, Geschwindigkeiten auf die Sekunde oder Stunde. Die wissenschaftliche Einheit der Arbeit ist das auf die Sekunde bezogene Erg bzw. sein dezimales Vielfaches, das Voltcoulomb oder Joule. Die praktische Einheit ist die Kilowattstunde, während die Einheit der Leistung das auf die Sekunde bezogene Watt bzw. kW ist. Es sind also bei der Eichung von Zählern nach Meßgeräten für die Leistung Umrechnungen unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse erforderlich. Die Eichung erfolgt dadurch, daß mittels genauer Meßgeräte die Leistung genau bestimmt und möglichst konstant gehalten und mittels genauer Zeitmessung Anfang und Ende einer Ableseperiode bestimmt und die hieraus errechnete Sollanzeige mit der tatsächlichen Anzeige des Zählers verglichen wird. Für die Verrechnung des Verbrauchs und die gesetzlichen Vorschriften sind die Angaben des Zählwerks maßgebend, die naturgemäß langsam fortschreiten und eine lange Beobachtungszeit erfordern, wenn man befriedigende Ablesegenauigkeit erreichen will. Durch Beobachtung von Ankerumdrehungen kommt man schneller zum Ziel, weil der Anker sich vielfach schneller dreht als das schnellste Zählwerksrad. Aber die Rechnung wird dadurch komplizierter, weil man die Umdrehungszahl des Ankers für die kWh in die Rechnung einführen muß. Werden gezählt: n Umdrehungen des Ankers in t' Sekunden bei einem Durchfluß von w Watt, dann ist die Umdrehungszahl des Ankers für die kWh:

$$a' = \frac{3600 \cdot 1000\, n}{t'\, w}\,.$$

Die Sollzahl a der Umdrehungen für die kWh ist das Reziproke des Produktes der sämtlichen Übersetzungsverhältnisse zwischen Anker und Zählwerk, dividiert durch 10, weil schon nach $^1/_{10}$ Umdrehung einer Rolle oder eines Zeigers das Zählwerk um eine Einheit fortschreitet, und wird auch als Zählerkonstante (der Umdrehungszahl) bezeichnet, weil ein Zähler bei allen in Betracht kommenden Belastungen möglichst genau diese Umdrehungszahl für die kWh machen soll.

Aus dieser Beziehung für die Sollzahl der Umdrehungen je kWh

$$a = \frac{3600 \cdot 1000\, n}{t\, w} \qquad (1)$$

ergibt sich die Sollzeit für n gezählte Ankerumdrehungen

$$t = \frac{3600 \cdot 1000\, n}{a\, w}\,, \qquad (2)$$

die beim Eichen und Nachprüfen im Laboratorium aus Gründen der Bequemlichkeit und Übersichtlichkeit meistens benutzt wird, weil immer dieselbe Zeit herauskommen muß, wenn n/w konstant ist, man also z. B. bei doppeltem oder 5fachem Wattdurchfluß auch die doppelte oder 5fache Anzahl der Umdrehungen zählt.

Schon vor etwa vier Jahrzehnten im Anfange der Zählertechnik fand man heraus, daß es erheblich Arbeit spart, wenn man einen Zähler möglichst genau einregelt und andere gleichgebaute Zähler für gleiche Leistung auf die gleiche Geschwindigkeit einstellt. Rechenarbeit ist dabei nicht notwendig, die genaue Einhaltung der gleichen Leistung ebenfalls nicht, weil sowohl der Normalzähler als auch die zu eichenden Zähler von der gleichen Leistung durchflossen und von Änderung derselben in gleicher Weise beeinflußt werden. Statt eines Rechteckes *0123*, wie bei der Eichung durch Meßgeräte, Regeleinrichtungen und Uhren wird eine mehr oder weniger davon abweichende Fläche durch die Zähler integriert (Abb. 1).

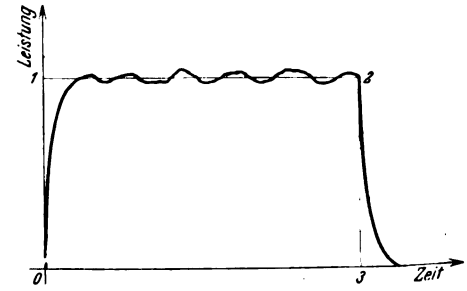


Abb. 1. Vergleich der Eichverfahren durch Meßgeräte und durch Zähler.

Das Verfahren ist in der Fabrikation einwandfrei unter der Voraussetzung, daß die richtige Übersetzung zwischen Anker und Zählwerk eingebaut ist, die Dezimalstellen des Zählwerks richtig bezeichnet sind und die Getriebe in allen Stellungen sowohl eingreifen als auch denselben Bewegungswiderstand wie bei der Eichung haben. Bei der Prüfung eines Zählers, sei es nun in der Fabrik, im Prüfamt, im Eichraum des Elektrizitätswerkes oder am Betriebsorte, kommt es darauf an, festzustellen, ob diese Voraussetzungen bei dem zu prüfenden Zähler auch wirklich zutreffen, denn die Erfahrung zeigt, daß trotz größter Sorgfalt hin und wieder ein Zähler gefunden wird, bei dem es nicht der Fall ist, indem er am Zählwerk aus den angeführten Gründen nichts, zu wenig oder zu viel anzeigt oder gar stehen bleibt, trotzdem er nach Ankerumdrehungen gemessen vorzügliche Genauigkeit aufwies. Durch Dauerprüfungen nach Zählwerksangaben werden derartige Fehler gefunden.

Die Vorteile, die das Eichen nach Normalzählern vor der Eichung mit Meßinstrument und Uhr hat, führten dazu, daß man für die Nachprüfung von Zählern besondere Eichzähler baute. Sie unterscheiden sich abgesehen von Äußerlichkeiten dadurch von den zur Verbrauchsmessung bestimmten Zählern, daß sie

1. eine Einrichtung zur momentanen Ingangsetzung und Stillsetzung haben,
2. eine Skala, die gestattet, die ganzen Umdrehungen des Ankers zu ermitteln und
3. eine Skala für Bruchteile einer Ankerumdrehung.

Der Grund dafür ist, daß beim zu prüfenden Verbrauchszähler nur eine Anzahl von ganzen Ankerumdrehungen gezählt werden kann, dagegen beim Eichzähler auch Bruchteile derselben abgelesen werden müssen, um den Fehler mit der wünschenswerten Genauigkeit festzustellen.

Die 1 kWh entsprechende Zahl von Ankerumdrehungen (a) der zur Verbrauchsmessung bestimmten Zähler ist nun bei Zählern gleicher Bauart von ihrem Meßbereich abhängig, indem z. B. der Zähler für doppelten oder dreifachen Meßbereich ½ bzw. $^1/_3$ der Ankerumdrehungen für die kWh macht, da die Zähler bei gleicher prozentualer Belastung dieselbe Umdrehungsgeschwindigkeit haben, die für jedes Modell auf Grund von Messungen, Erfahrungen und fabrikatorischen Rücksichten festgesetzt wurde. Daher ist die Umdrehungszahl (a) eines Zählers

Digitized by Google

für die kWh eine aus obigen Rücksichten sich ergebende Zahl. Ist diese Zahl für den Eichzähler und den zu prüfenden Zähler dieselbe, so ist der direkte Vergleich der bei der Messung zurückgelegten Umdrehungen das Maß für die Fehlerberechnung, andernfalls muß das Verhältnis der Umdrehungszahlen für die kWh in die Rechnung eingeführt werden und kann zu Irrtümern Veranlassung geben. Durch Aufsetzen von entsprechenden Skalenscheiben usw. hat man diese Rechenarbeiten vereinfacht und z. T. auf Null reduziert.

Bei dem Prüfzähler W3kE der Deutschen Zählergesellschaft m. b. H., Hamburg, habe ich einen anderen Weg eingeschlagen. Ich ging von dem eingangs angeführten Gedanken über das Dezimalsystem aus und sagte mir, daß durch Einführung desselben für die Drehgeschwindigkeit des Ankers und die Übersetzungen zwischen Anker und Zählwerk bei einem für Prüfzwecke bestimmten Zähler sich eine größere Übersichtlichkeit und Vereinfachung der Rechnung ergeben müßte und ein solcher Zähler sich sowohl für kurze Messungen als auch Dauerprüfungen gleich gut eigne. Während der Ausarbeitung fand ich, daß er sich auch durch eine kurze Messung zur direkten Feststellung des Verbrauchs in Watt verwenden läßt.

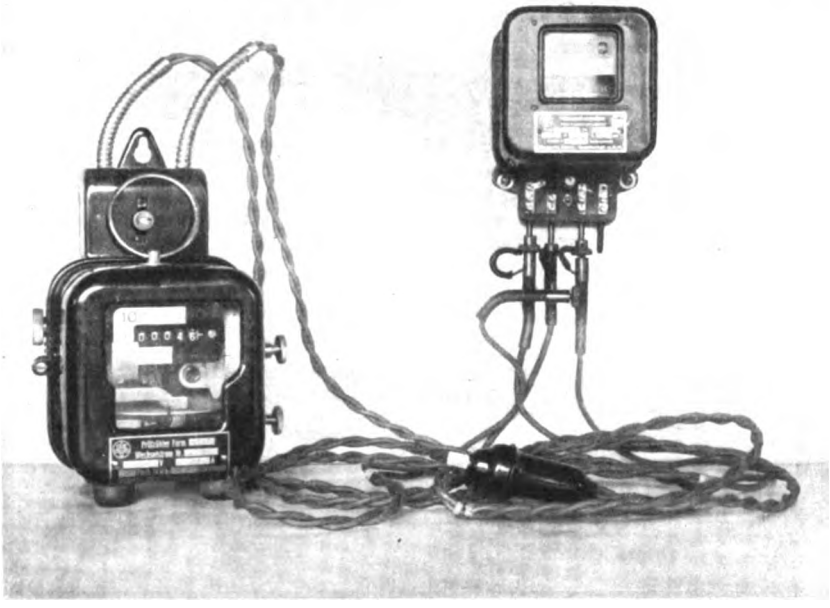
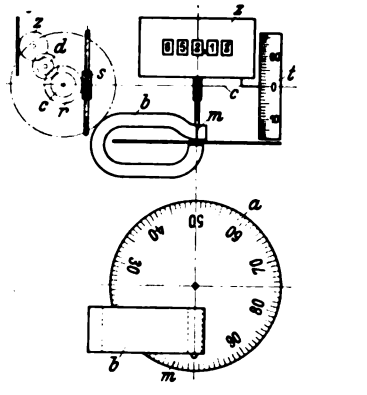


Abb. 2. Zur Prüfung eines installierten Zählers angeschlossener Prüfzähler.

Abb. 2 ist ein Lichtbild des zur Prüfung eines installierten Zählers betriebsmäßig angeschlossenen Prüfzählers. Abb. 3 gibt den Mechanismus des Übersetzungsgetriebes unter Fortlassung alles Unwesentlichen wieder, und Abb. 4 ist eine Schaltskizze. Die sich wie üblich von links nach rechts drehende Ankerscheibe ist in 100 Teile geteilt. Auf der durch ein Schneckenrad mit 100 Zähnen angetriebenen Zähltrommel entspricht jeder Teilstrich einer Ankerumdrehung. Die Trommel dreht sich 10mal so schnell wie das letzte Zählwerksrad, so daß jede Umdrehung der Trommel durch Fortschreiten der letzten Zählwerksziffer um eine Einheit angezeigt wird. Es gibt also die Zähltrommelablesung zwei weitere Dezimalen hinter der letzten Zählwerksziffer und die Ablesung an der Ankerteilung zwei weitere Dezimalen hinter der Zähltrommelablesung. Ferner ist die Bewicklung der treibenden Strom- und Spannungsfelder und die Bremskraft des Dauermagneten so bemessen, daß der Zähleranker eine ganzzahlige Potenz von 10, z. B. 1000 oder 10 000 U/kWh macht. Dadurch ist jede Ablesung an Zähltrommel und Ankerscheibe direkt ohne Umrechnung ein Dezimalbruch der kWh, ebenso, wie eine Gewichtsangabe in g oder mg ein Dezimalbruch des kg ist. Sowohl die Zähltrommel als auch der Anker können durch hereinschiebbare Drehknöpfe auf Null gestellt werden, was bei den kurzen Messungen durch Zählen von Ankerumdrehungen des zu prüfenden Zählers und bei der Benutzung als Wattmeter bequem ist, weil man wie beim bestimmten Integral keine Differenz zu bilden braucht, wenn man mit Null beginnt. Die Drehknöpfe schnellen durch Federkraft zurück und stören daher den Gang nicht. Nachdem der Prüfzähler nach dem Schaltbild mittels der beigegebenen Anschlußstücke so in den Stromkreis geschaltet ist, daß er von der gleichen Arbeit wie der Verbrauchszähler durchflossen wird, schaltet man ihn durch den in seine Spannungsleitung eingebauten Druckknopf zu Beginn der Messung ein und setzt ihn bei Beendigung derselben durch einen zweiten Druck still. Selbstverständlich ist der Anker sorgfältig ausgewogen und der Zähler entsprechend aufgebaut, so daß er bei dem immer durchfließenden Strom still steht. Der Zähler ist als Einphasen-Wechselstromzähler ausgeführt, einesteils weil diese Zählerart die weitaus verbreitetste ist und andernteils weil sie in bezug auf Meßgenauigkeit innerhalb der für die Praxis in Betracht kommenden Grenzen ein Instrument ist, das dem Wattmeter wenig nachsteht.

Zähler mit der beschriebenen dezimalen Bauart des Getriebes können selbstverständlich für alle gebräuchlichen Stromstärken und Spannungen ausgeführt werden, aber der Natur der Sache nach haben nur die Zählergrößen, bei denen die Ankerdrehzahl (a) für die kWh eine ganzzahlige Potenz von 10 ist, die Eigenschaft, daß die Ablesekonstante des Zählwerkes 1 ist; sie geben also direkte Werte ohne Umrechnung an. Bei allen anderen Zählergrößen ist die Ablesung an Zählwerk, Zähltrommel und Anker mit einer Konstante n zu multiplizieren.



a	Ankerscheibe	t	Zähltrommel auf Schneckenradachse c
b	Bremsmagnet		
m	Ablesemarke		
s	Ankerschnecke	d	Zwischenachse
r	Schneckenrad	z	Zählwerk

Abb. 3. Anordnung der Skalen und des Getriebes in Vorderansicht, Grundriß und Seitenansicht.

1000 U/kWh machen die Prüfzähler für eine Nennleistung von rd. 2 kW, also bei

220 V	und	der	Stromstärke	10 A,
150 V	„	„	„	15 A,
110 V	„	„	„	20 A usw.

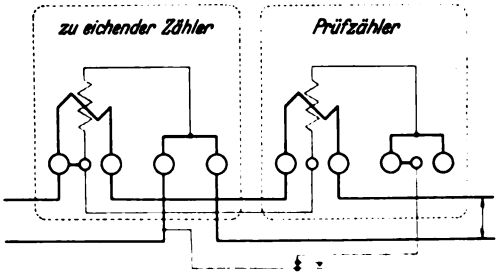


Abb. 4. Schaltung zur Prüfung mittels Prüfzählers.

Einer Ankerumdrehung entspricht also eine Wattstunde. Der Zähler umfaßt nach der Fehlerkurve Abb. 5 einen Meßbereich von 150 bis über 4000 W, bei welchem seine Angaben innerhalb etwa ± 1 % richtig sind. Auf Grund der jedem Zähler mitgegebenen individuellen Fehlerkurve können die Angaben noch weiter berichtigt werden, falls auf größere Genauigkeit Wert gelegt wird.

Digitized by Google

10 000 U/kWh machen die Prüfzähler für $^1/_{10}$ der obigen Stromstärken, also

1 A, 220 V,
1,5 „ 150 „
2 „ 110 „.

Der Bereich ihrer Zuverlässigkeit liegt zwischen 15 und 450 W, umfaßt also die kleinste Metalldrahtlampe und das Bügeleisen, mithin den Belastungsbereich, der überall dort, wo noch nicht elektrisch gekocht und geheizt wird, bei dem weitaus überragenden Teil aller Anschlüsse in Frage kommt. Da die dort installierten Zähler meistens für eine Stromstärke von 5 oder 10 A gebaut sind, kann man also, genau wie man es mit Meßinstrumenten macht, die kleinen Belastungen dieser Zähler mit einem Instrument von erheblich größerer Genauigkeit nachprüfen.

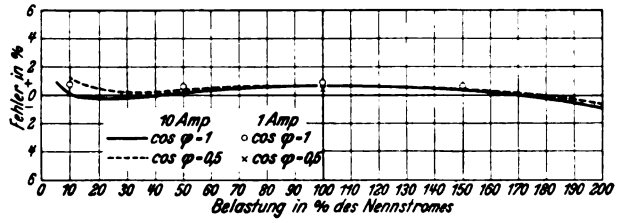


Abb. 5. Fehlerkurve des Prüfzählers W 3 k E, $^1/_{10}$ A, 220 V, 50 Hz. C = 10 000/1000.

Ferner wird ein kombinierter Zähler hergestellt, der die beiden Meßbereiche in sich vereinigt und ein auf etwa ± 1 % genaues Normalinstrument für den Belastungsbereich zwischen 15 W und 4500 W darstellt. Die Einrichtung ist so getroffen, daß die Wicklung für die größere Stromstärke unter der Wicklung für die 10fach kleinere Stromstärke liegt und auch von der kleinen Stromstärke durchflossen wird. Die durch diese Anordnung erzielte Übereinstimmung der beiden Empfindlichkeiten im Verhältnis von 1 : 10 ist, wie die Fehlerkurve Abb. 5 zeigt, eine sehr gute, wie sie auf anderem Wege, z. B. durch Stromwandler oder Reihen- und Parallelschaltung, wohl kaum ebenso genau zu erzielen ist. Die Umschaltung erfolgt durch den Handgriff links in Abb. 2 ohne Stromunterbrechung, indem die Wicklung für die kleine Stromstärke ab- bzw. zugeschaltet wird. Daher ist der sehr kleine Übergangswiderstand des Schalters auf die Genauigkeit der Messung ohne jeglichen Einfluß. Durch die Stellung des Schalters wird gleichzeitig am Zählwerk angezeigt, auf welche Empfindlichkeit z. Z. geschaltet ist, und ob dementsprechend für die Angaben des Zählwerks eine oder zwei Dezimalstellen zu rechnen sind. Wie man aus Vorstehendem und beim Anblick der Fehlerkurve sieht, überdecken sich die beiden Meßbereiche zwischen rd. 150 und 450 W. Da der prozentual höher belastete Zähler im allgemeinen genauer zeigt als der schwach belastete, und erst bei starker Überlastung weniger genau anzeigt, wird man zweckmäßig bei Belastungen über 400 W die größere Stromstärke (10, 15, 20 A), bei Belastungen unter 200 W die kleinere Stromstärke (1, 1,5, 2 A) für die Messung anwenden.

Aus unseren Formeln (1) und (2) ergibt sich durch Umformung

$$w = \frac{3600 \cdot 1000\, n}{t\, a} \,. \qquad (3)$$

Läßt man also den Zähler bzw. die Empfindlichkeit für die größere Stromstärke (10, 15, 20 A) mit $n = 1000$ U/kWh 36 s, also $^1/_{100}$ h lang laufen, was nach dem Sekundenzeiger einer Taschenuhr mit befriedigender Zuverlässigkeit erfolgen kann, so ist

$$w = \frac{3600 \cdot 1000\, n}{36 \cdot 1000} = 100\, n \,,$$

d. h. einer Umdrehung der Ankerscheibe entsprechen 100 W, einem Teilstrich auf derselben also 1 W. Hat der Anker in den 36 s weniger als 2 Umdrehungen gemacht, ist also der Durchfluß geringer als 200 W, so ist die Messung mit der Empfindlichkeit für die kleinere Stromstärke zu wiederholen, um einen zuverlässigeren Wert zu erhalten, ebenso wie man bei einem Wattmeter auch die Schaltung für eine kleinere Stromstärke wählt, wenn der Ausschlag klein und daher weniger genau ist. Vor der Messung mit dem Wattmeter hat diese Messung noch den Vorzug, daß man dieses Instrument nicht mitzuführen braucht und daß sie den genauen Mittelwert während der Meßzeit gibt. Die Bildung eines richtigen Mittelwertes bei den betriebsmäßigen Schwankungen wird auch bei einem geübten Beobachter kaum genauer und erfordert nicht weniger Zeitaufwand. Bei der kleinen Stromstärke 1, 1,5, 2 A ist $a = 10\,000$ U/kWh und somit

$$w = \frac{3600 \cdot 1000}{36 \cdot 10\,000} = 10\, n \,,$$

1 Umdrehung der Ankerscheibe entspricht also 10 W und 1 Teilstrich auf derselben 0,1 W.

Man kann natürlich die Messung auf $^1/_{10}$ h = 360 s = 6 min ausdehnen, hat aber dabei keinen Vorteil, denn die bei dem 10fach zurückgelegten Wege erzielte 10fach größere Ablesegenauigkeit um 1 Dezimalstelle ist ohne praktischen Wert, weil sie die Meßgenauigkeit des Zählers übertrifft.

Die Nachprüfung eines Verbrauchszählers ist mit dem Prüfzähler ebenso einfach, wie an einem Beispiel gezeigt werden soll. Der Anker des zu prüfenden Verbrauchszählers mache nach Aufschrift seines Firmenschildes z. B. 3000 Ankerumdrehungen für 1 kWh. Man habe z. B. 6 Umdrehungen beobachtet, dann hat der Verbrauchszähler also angezeigt:

$$\frac{6}{3000} = \frac{1}{500} = 0{,}0020 \text{ kWh} \,.$$

Als wirklichen Verbrauch habe der Prüfzähler (kleine Stromstärke, daher 2 Dezimalen am Zählwerk) angezeigt an der Trommel (20 Umdrehungen) und an der Ankerscheibe (52 Teilstriche) 0,002 052 kWh. Es geht also der Verbrauchszähler bei dieser Belastung um 2,6 % zu langsam. Wer den obigen Bruch genau ansieht, wird finden, daß sich die Rechenarbeit noch weiter vermindert, wenn man im vorliegenden Falle nur 3 Umdrehungen oder, wenn die Meßdauer dafür etwas kurz erscheint, 30 Umdrehungen zählt. Dann ist der Sollwert bei 3 Umdrehungen 0,0010 kWh oder 0,010 kWh bei 30 Umdrehungen. Die Anzeige an Trommel und Ankerscheibe ist im ersten Falle 0,001 026, im zweiten 0,010 262, d. h. also, die Abweichung vom Sollwert 10 bzw. 100 Teilstriche der Zähltrommel gibt direkt ohne Umrechnung der Fehler in % an. Hat der Prüfzähler mehr angezeigt, so hat der Verbrauchszähler einen Minusfehler und umgekehrt einen Plusfehler, wenn der Prüfzähler weniger anzeigt. In diesem Falle also — 2,6 %.

Wie man aus dem Beispiel sieht, ist die Ablesegenauigkeit, wenn man eine größere Anzahl von Umdrehungen zählt, bedeutend größer als die tatsächliche Meßgenauigkeit des Prüfzählers, aber das ist ja bei vielen Messungen und Berechnungen ebenso, Dezimalstellen, die man nicht gebraucht, berücksichtigt man nicht.

Zählerangaben, d. h. die Ablesung des Zählwerks, bedeuten Geldwerte und erfordern daher äußerste Sorgfalt. Die Abrechnungen mit dem Stromabnehmer, die gesetzlichen Vorschriften beziehen sich nun erst in zweiter Linie auf die nach obigem Verfahren oder mit Wattmeter und Sekundenuhr oder mit sonst einem der bekannten Eichzähler festgestellte richtige Drehgeschwindigkeit des Ankers. Sie ist zwar Voraussetzung für die richtige Anzeige des Zählwerks, aber die Prüfung ist nicht vollständig, wenn nicht sicher festgestellt wird, daß sich die Zählwerksangaben mit der ermittelten richtigen Ankerdrehgeschwindigkeit im Einklang befinden, da, wie eingangs erwähnt, Störungen vorkommen können. Man kann diesen Einklang bei einem Verbrauchszähler entweder durch Dauereinschaltung oder durch Abzählen von Ankerumdrehungen unter gleichzeitiger Beobachtung des Zählwerks oder durch Vergleich mit einem auch in dieser Beziehung genau geprüften Zähler feststellen. Alles erfordert viel Zeit, weil zur Erzielung einer befriedigenden Genauigkeit wegen der kleinen Teilung am letzten Zählwerksrade und wegen des toten Ganges im Getriebe in allen Fällen eine größere Anzahl von Teilstrichen an der Marke vorbeigegangen sein muß. Bei der Dauerprüfung mit geringer Belastung, die das sicherste Mittel ist, um Störungen herauszufinden, ist dieser Prüfzähler eine wertvolle Hilfe. Einesteils ist sein Ablesefehler infolge seiner dezimalen Einrichtung praktisch gleich Null, und deswegen kann bei gleicher Zuverlässigkeit der Dauerprüfung die Prüfzeit auf die Hälfte abgekürzt werden. Andernteils aber ist der für 1 A eingerichtete Prüfzähler bei dieser Messung 5- oder 10mal so stark belastet wie die zu prüfenden Verbrauchszähler für 5 oder 10 A, und daher auch die Zuverlässigkeit seiner Angaben entsprechend größer als bei Überwachung des Dauerlaufes durch einen Zähler gleicher Nennleistung. Für Dauerprüfungen mit größerer Belastung ist der Prüfzähler naturgemäß ebenso gut geeignet.

Inbetriebsetzung und Anhalten des Prüfzählers erfolgen durch Ein- und Ausschalten seines Spannungskreises. Es könnten Bedenken entstehen, ob sich hierdurch nicht ein unzulässiger Fehler in die Messung einschleicht.

Digitized by Google

Beim Einschalten muß der Zähleranker erst beschleunigt und beim Ausschalten seine lebendige Kraft wieder vernichtet werden. Der Anker erreicht also erst nach einer gewissen Zeit die richtige, der Belastung entsprechende Geschwindigkeit und kommt erst nach einer gewissen Zeit nach dem Ausschalten zum Stillstand, wie es in Abb. 1 auch dargestellt ist. Beschleunigung und Verzögerung erfolgen nach Exponentialfunktionen. Wenn die Dämpfung während der Beschleunigungs- und Verzögerungsperiode dieselbe ist, folgt aus dem Prinzip der Erhaltung der Energie, daß der während der Beschleunigung zu wenig zurückgelegte Weg des Ankers gleich dem Wege sein muß, den er nach dem Ausschalten während der Verzögerung zurücklegt, weil weder beim Anlauf noch beim Auslauf dem Anker zusätzliche Arbeit entzogen oder zugeführt wird. Weiter folgt aber daraus, daß bei schwächerer Dämpfung während der Verzögerung ein positiver Fehler entstehen kann. Nun ist bei dem W3k-Zähler der Deutschen Zähler-Gesellschaft m. b. H., Hamburg, der als Grundlage für den Prüfzähler W3kE benutzt wurde, weil die stabile Bauart sich für diesen Zweck gut eignet, die Dauermagnetdämpfung sehr stark. Sie bremst in dem 22 g wiegenden Anker bei 33 U/min ein Drehmoment von 5 cmg ab. Die bei der Verzögerung fortfallende Spannungsdämpfung ist also klein gegenüber der Dauermagnetdämpfung. Der Prüfzähler kommt auch bei seiner Grenzbelastung, der doppelten Nennlast, in etwa 0,8 s nach dem Ausschalten zum Stillstand. Der während dieser Zeit zurückgelegte Weg von etwa 30 Teilstrichen auf dem Anker ist mit einem Plusfehler von etwa 5 Teilstrichen behaftet. Da bei der Wattmessung mit doppelter Nennlast 45 Ankerumdrehungen = 4500 Teilstriche in 36 s zurückgelegt werden, ist der größte Fehler, der hierbei entstehen kann, 0,11 %. Bei geringer Belastung oder längerer Meßdauer ist er noch kleiner und daher in allen Fällen zu vernachlässigen.

Der Zweck dieses Prüfzählers ist auch nicht, eine bisher nicht erreichte Genauigkeit von Messungen zu ermöglichen, sondern er ist vielmehr ein im Preise erschwinglicher, verhältnismäßig robuster Apparat, der den für die meisten Verbrauchszähler in Betracht kommenden Meßbereich von der kleinsten Lampe bis etwa 4½ kW auf einfache und sichere Weise mit praktisch befriedigender Genauigkeit sowohl an Ort und Stelle als auch im Eichraum durch kurze oder Dauermessung nachzuprüfen gestattet. Da er zugleich als direkt ablesbares Wattmeter verwendbar ist, eignet er sich auch für manche Zwecke, die bisher eine Domäne dieses Meßgerätes waren.

Zum Schluß danke ich Herrn Ing. Anton Stepper, dem Alleininhaber der Deutschen Zähler-Gesellsch. m. b. H., für das lebhafte Interesse und verschiedene Anregungen bei der Entwicklung des Gerätes.

Neuartige Zellenschaltung bei Akkumulatorenbatterien.

Von W. Hollatz, Stuttgart.

Übersicht. Um die Leitungen von den Zellen zum Zellenschalter zu sparen, hat das Elektrizitätswerk Stuttgart die Schaltkontakte und einen von Hand verschiebbaren Schaltschlitten direkt an den Batteriekästen angebracht. An zwei Beispielen werden Einzelheiten dieser Bauweise erläutert.

Der Betrieb von Akkumulatorenbatterien für die Versorgung von Lichtnetzen erfordert bekanntlich die Zu- und Abschaltung von Zellen zum Zwecke der Spannungsregelung. Fast durchweg wurde hierzu bisher der Zellenschalter verwendet, an dessen Kontaktstücke die Schaltzellen einzeln oder auch in Gruppen mittels Leitungen angeschlossen werden. Der Zellenschalter ist entweder nur mit einem Schalthebel oder Schaltschlitten ausgerüstet (Einfachzellenschalter) oder er besitzt noch einen zweiten, von dem anderen unabhängigen Schalthebel (Doppelzellenschalter). Ein Doppelzellenschalter wird verwendet, wenn auch bei der Ladung die Batterie unmittelbar am Netze liegen soll.

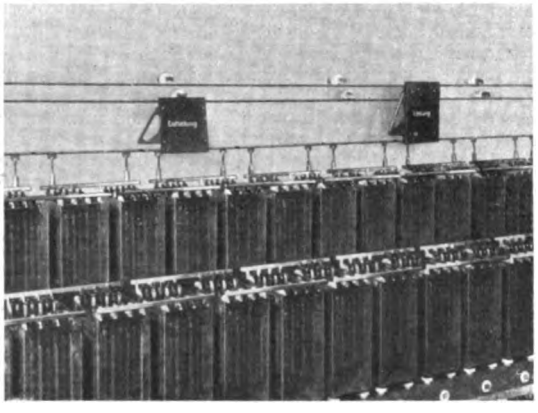


Abb. 1. Zellenschaltung im Unterwerk Kniebisstraße.

Wenn man auch, besonders in großen Anlagen, den Zellenschalter möglichst nahe am Batterieraume anordnen und durch leitungsparende Zellenschaltung mit Hilfszellen die Anzahl der Zellenschalterleitungen verringern kann, so verteuern die Zellenschalterleitungen trotzdem die Batterieanlage erheblich. Es liegt daher der Gedanke nahe, das Ab- und Zuschalten unmittelbar an den Schaltzellen vorzunehmen und zu diesem Zwecke an den Zellen selbst geeignete Kontaktstücke anzubringen. Das Elektrizitätswerk Stuttgart hat bereits vor mehreren Jahren diesen Gedanken zunächst bei einer kleineren Batterie verwirklicht. Eine für Notbeleuchtung und Schalterbetätigung bestimmte Hilfsbatterie von 120 AFA-Zellen LS 3 im Unterwerk Kniebisstraße erhielt Anfang 1930 als Ersatz für einen Doppelzellenschalter die aus Abb. 1 ersichtliche Einrichtung. Wie man sieht, sind die an der Wand liegenden Zellenverbindungsleisten mittels Kupferstutzen an eine zwischen 2 Zellen durch Isolierstücke unterbrochene Gleitkontaktschiene angeschlossen. Über dieser befinden sich 2 blanke Kupferleitungen, welche die Verbindung mit der Schalttafel herstellen. Zwischen der Gleitkontaktschiene und jeder dieser Kupferleitungen ist ein Kontaktschlitten angebracht, der von Hand verschoben werden kann. Die Kontaktschlitten sind in der bei Zellenschaltern üblichen Weise mit Übergangswiderständen zur unterbrechungsfreien Schaltung versehen.

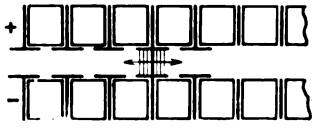


Abb. 2. Grundsatz der Zellenschaltung im Unterwerk Stöckach.

Da sich diese Einrichtung bewährt hatte, wurde Anfang 1933 eine ähnliche Anordnung für eine große neue Batterie vorgesehen und ausgeführt. Im Unterwerk Stöckach wurden kürzlich 136 AFA-Zellen L 112 in Rubellitkästen mit 1008 A Dreistundenstrom aufgestellt und in Dreileiterschaltung an das vorhandene Netz von 2 · 110 V Gebrauchspannung angeschlossen. Mit Rücksicht auf die für später vorgesehene Erhöhung der Spannung auf 2 · 220 V erhielt jede Batterieseite schon jetzt 14 Schaltzellen für eine dem Betrieb mit Einfachzellenschalter entsprechende Schaltweise. Die Art der Batterieaufstellung ermöglichte hier eine besonders einfache Anordnung, deren Grundsatz in Abb. 2 angegeben ist. Hierbei wird die zur Hintereinanderschaltung von 2 beliebigen, genau parallelen und durch einen Gang getrennten Zellenreihen dienende Verbindung mittels eines verschiebbaren Schaltschlittens nach Bedarf verlegt und hierdurch die Zellenzahl der Batterie verändert. Wenn der Schaltschlitten bei seiner Bewegung das nächste Kontaktpaar erreicht hat, sind je nach der Richtung der Bewegung gleichzeitig 2 Zellen zu- oder abgeschaltet. Die Anordnung ersetzt mithin einen Einfachzellenschalter, zwischen dessen Kontakte 2 Zellen angeschlossen sind.

Abb. 3 zeigt die Schalteinrichtung einer Batterieseite. In die Verbindungsleisten der Schaltzellen sind Kupferschienen eingelötet, die sich nach dem Mittelgang zu verbreitern und deren Enden in der Mitte geteilt und nach rechts und links rechtwinklig umgebogen sind. An die umgebogenen Enden sind kurze Flachkupferschienen und an diese die Kontaktstücke der Gleitschienen angeschraubt,

Digitized by Google

zwischen denen der mit Handgriffen versehene Schlitten hin- und herbewegt werden kann. Man beachte die große Einfachheit der Anordnung, die nicht eine einzige Verbindungsleitung erfordert, allerdings sich nur als Ersatz für einen Einfachzellenschalter eignet.

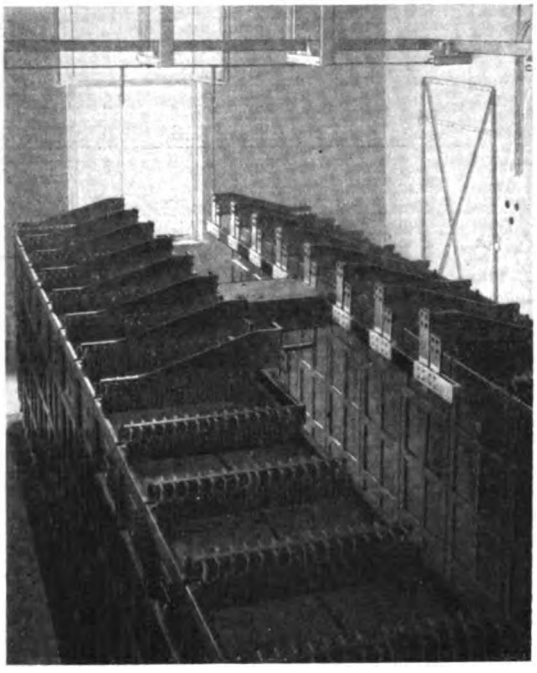


Abb. 3. Zellenschaltung im Unterwerk Stöckach.

Von Wichtigkeit ist es, daß bei dem Übergang zum nächsten Kontakt, der natürlich bei jeder Belastung möglich sein muß, weder eine Stromunterbrechung, noch eine merkliche Funkenbildung an den Kontakten auftritt. Zu diesem Zwecke ist der Kontaktschlitten gemäß der schematischen Darstellung in Abb. 4 ausgeführt. Zu beiden Seiten des Hauptbürstenpaars sind eine Anzahl von gegeneinander isolierten Nebenbürstenpaaren angebracht, die mit Widerständen von zunehmendem Ohmwert versehen sind. Bei Bewegung des Schlittens wird durch die Nebenbürsten ein stufenweise wachsender Teil des Gesamtstromes auf das nächste Kontaktpaar der Gleitschienen übertragen. Wenn ein Bürstenpaar die Kontakte verläßt, wird nur ein schwacher Strom, und zwar bei einer Spannung von nur etwa 4 V, unterbrochen, so daß kein merklicher Funke an den Unterbrechungstellen auftreten kann.

Bei einem Dreileiternetz von 2 · 110 V Gebrauchspannung ist die gleichzeitige Zu- und Abschaltung von 2 Zellen, die für 2 · 220 V das übliche ist, für die richtige Einstellung der Spannung, insbesondere beim Parallelbetrieb, wo die Batterie möglichst wenig Ladung und Entladung erhalten soll, zu grobstufig. Wenn man sie trotzdem angewendet hat, so geschah dies im Hinblick auf die spätere Spannungserhöhung. Es ist übrigens, wie leicht einzusehen ist, auch möglich, den Kontaktschlitten so zu bauen, daß stets nur eine Zelle zu- oder abgeschaltet wird, nur ist diese Bauweise eine andere als die vorher beschriebene.

Bei der Ladung der Batterie werden genau wie beim Zellenschalter die vorher weniger entladenen und daher früher vollgeladenen Zellen mittels des Schlittens abgeschaltet. Von einer selbsttätigen oder ferngesteuerten Bewegung des Schaltschlittens, die grundsätzlich ebenfalls ausführbar ist, wurde bei dieser ersten größeren Anlage Abstand genommen.

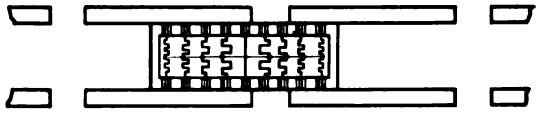


Abb. 4. Kontaktschlitten in Übergangstellung.

Eine gewisse Schwierigkeit besteht darin, daß die freiliegenden Kupferteile der Gleitschienen und des Kontaktschlittens der Einwirkung der schwefelsäurehaltigen Luft ausgesetzt sind und daher unter Umständen oxydieren könnten. Dies wurde wirksam dadurch verhindert, daß die kupfernen Verbindungsteile verbleit und alle übrigen freiliegenden Kupferteile durch Einfetten geschützt wurden. Wenn von Zeit zu Zeit die gefährdeten Stellen gesäubert und neu eingefettet werden, kann eine Oxydbildung ganz vermieden werden. Außerdem wird das Austreten schwefelsäurehaltiger Dämpfe bei dieser Batterie durch eine besondere Abdeckung der einzelnen Zellen mit nahe über dem Säurespiegel liegenden Glasscheiben erschwert. Es sei darauf hingewiesen, daß auch Zellenschalterleitungen dauernder Pflege bedürfen.

Die Schalteinrichtung arbeitet im Betriebe einwandfrei. Es wurde durch sie nahezu die Hälfte des Preises der sonst gebräuchlichen Zellenschalteranlage gespart.

In der letzten Zeit sind im E. W. Stuttgart noch drei und in zwei Schulen je eine Batterie mit diesem Schaltschlitten in Betrieb gekommen.

Österreichs Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1932.

Von Dr.-Ing. **Josef Ornig**, Graz.

Übersicht. Die Ergebnisse der von allen öffentlichen und privaten Stellen erstmalig gemeinsam herausgegebenen österr. Elektrizitätsstatistik über das Jahr 1932 werden besprochen und zwar der Ausbau und die Erzeugung der Anlagen, unterschieden nach der Unternehmungsform und Betriebsart. Es folgen charakteristische Angaben über die Leistungsfähigkeit der Umspannstellen, des Fernleitungs- und Verteilnetzes. Aus der Betriebswirtschaft sind die vier größten Stromlieferungsunternehmungen und ihr Anteil an der Gesamtversorgung, ferner die Gliederung des gesamten Verbrauches (Klein- und Großverbrauch, Bahnen, Ausfuhr), schließlich die Versorgung der fünf größten Städte und einiger ländlicher Überlandgebiete besprochen.

1. Allgemeines.

Bis zum Jahre 1930 befaßten sich mehrere amtliche und private Stellen mit Teilfragen der österreichischen Elektrizitätsstatistik, erst über das Jahr 1932 gibt das gesetzlich damit betraute Bundesministerium für Handel und Verkehr im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft eine einheitliche Statistik[1] heraus, die Wasserkraft- und Wärmekraftanlagen mit den zugehörigen Übertragungseinrichtungen erfaßt. Es sind also nicht nur Stromlieferungsunternehmungen, sondern auch Industrieunternehmungen mit werkseigenen Kraftanlagen, „Eigenanlagen" genannt, und Bahnkraftwerke behandelt. Aufnahme fanden nur Kraftwerke bzw. Kraftwerksgruppen mit einer Nennleistung von mindestens 500 kW[2].

Als Vorbild für die Einteilung und Darstellung diente die Statistik der reichsdeutschen Vereinigung der E.W. Berlin, wodurch die Vergleichbarkeit auf internationaler Grundlage erleichtert ist.

In Zahlentafel I des statistischen Jahrbuches werden die Unternehmungen bezüglich ihrer „Höchstleistung", „Erzeugung" und „Abgabe", getrennt nach der Antriebskraft, gekennzeichnet.

Zahlentafel II bringt charakteristische Werte über die Wasserkraft- und Wärmekraftanlagen.

Zahlentafel III enthält Einzelheiten über die Übertragungseinrichtungen (Verbundbetrieb, Umspannstellen, Fernleitungsnetz) und über die Betriebsergebnisse der im Verbundbetrieb stehenden Unternehmungen.

So wertvoll das vorliegende, nach diesen Grundsätzen erstmalig herausgegebene Jahrbuch ist, so lassen sich na-

[1] Statistik der österr. Unternehmungen mit Wasser- und Wärmekraft-Anlagen von mindestens 500 kW Nennleistung und zugehörigen Übertragungseinrichtungen nach dem Stande Ende 1932; zu beziehen durch den Verband der Elektrizitätswerke in Wien für 8,30 S.

[2] In früheren Zusammenstellungen galt als Grenze 500 PS; ferner ist zu bemerken, daß auch die mechanisch übertragene Arbeit (155 Mill kWh) mitgezählt ist, die noch vereinzelt — vor allem in Eigenanlagen der Papier- und Stahlindustrie — vorkommt.

Digitized by Google

türlich Vergleiche über die zeitliche Entwicklung mit den Vorjahren nur auf Teilgebieten ziehen.

2. Ausbau und Erzeugung der Kraftanlagen:

a) Österreich hat eine Kraftwerksinstallation von rd. 1 Mill kW (ohne Kleinanlagen) und eine Jahreserzeugung von rd. 2,2 Mrd kWh erreicht.

Zahlentafel 1. Mögliche **Höchstleistung** in MW der Ende 1932 in Betrieb befindlichen Anlagen.

Unternehmungsform	Stromlieferung	Industrie (Eigenanl.)	Bahnen	Summe	%
Wasserkraft . .	473	132	66	**671**	(*65*)
Wärmekraft . .	213	147	.	**360**	(*35*)
Summe	**686**	**279**	**66**	**1031**	(*100*)
%	(*67*)	(*27*)	(*6*)	(*100*)	

* Es wurde die „mögliche", d. i. die „bei Vollbetrieb aller Maschinen erreichbare" Höchstleistung, nicht die „Nennleistung" aller aufgestellten Maschinen, zugrunde gelegt.

Zahlentafel 2. **Erzeugung** in Mill kWh im Jahre 1932.

Unternehmungsform	Stromlieferung	Industrie	Bahnen	Summe	%
Wasserkraft . .	1214	447	105	**1766**	(*81*)
Wärmekraft . .	220	196	.	**416**	(*19*)
Summe . . .	**1434**	**643**	**105**	**2183***	(*100*)
%	(*65*)	(*30*)	(*5*)	(*100*)	

* Fast 30 % dieser Erzeugung wurden nicht im Rahmen des eigenen Versorgungsgebietes bzw. Betriebes abgesetzt, sondern innerhalb der Verbundwirtschaft umgesetzt. Zu Zahlentafel 7 wird bemerkt, daß sich die in Zahlentafel 2 ausgewiesene Erzeugung durch den Bezug aus durch die Statistik nicht erfaßten Anlagen um etwa 5 % erhöhen dürfte.

b) Nach der **Antriebskraft** entfallen auf Wasserkräfte *65 %* der Leistung, jedoch *81 %* der Arbeit; für Wasserkraftanlagen ergibt sich daher eine Ausnutzungsdauer der möglichen Höchstleistung von 2630 h, während die Wärmekraftanlagen nur 1100 h erreichen.

Von den Wärmekraftanlagen besteht der überwiegende Teil aus Dampfanlagen; als Dieselmotoren sind 70 Maschinen mit rd. 16 MW und 9 Mill kWh ausgewiesen.

c) Nach dem **Charakter der Unternehmungen** haben, bezogen auf die Jahreserzeugung der Kraftanlagen, die Stromlieferungsunternehmungen einen Anteil von *65 %* (davon öffentlich verwaltet *31 %*, gemischtwirtschaftlich *29 %*, privat *5 %*, die industriellen Eigenanlagen *30 %* (davon sind *14 %* an der öffentlichen Stromversorgung mitbeteiligt), die Bahnanlagen *5 %*. Die entsprechenden auf die Höchstleistung bezogenen Werte weichen nur wenig von den obigen ab.

d) **Zeitliche Entwicklung**[3].

Zahlentafel 3. Stromerzeugung von 40 größeren Stromlieferungsunternehmungen (etwa die Hälfte der Gesamterzeugung).

Berichtsjahr	Mill kWh	Vergleichszahl
1927	954	0,81
1928	1092	0,93
1929	1153	0,98
1930	**1166**	**1,00**
1931	1117	0,95
1932	1079	0,92

Wir beobachten in den 3 Jahren vor 1930, in welchen Jahren der Höchstwert erreicht wurde, eine Steigerung von *19 %* und in den 2 Jahren seither einen Abfall von *8 %*[4]. Diese weitgehende Krisenfestigkeit ist erklärlich, da der Ausfall bei den industriellen Unternehmungen zum Teil durch erhöhten Absatz in der allgemeinen Stromversorgung wettgemacht wurde, woran bereits die elektrische Küche einen Anteil hatte.

Geht man auf den durch die Konjunktur und den Wechsel der Jahreszeit bedingten zeitlichen Verlauf des Strombedarfes innerhalb des Jahres ein, so ist eine Steigerung der höchsten Monatserzeugung gegenüber dem Jahresmittel von *11 ··· 14 %* bzw. eine Absenkung von *6* bis *10 %* festzustellen.

[3] Nach Vas, Grundlagen und Entwicklung der Energiewirtschaft Österreichs. Verlag Julius Springer, Wien 1933, Seite 60, Tafel 27.

[4] Nach anderen Berechnungen beträgt der Rückgang der Stromerzeugung im letzten Jahr 6 ··· 7 % gegenüber dem Jahre 1931.

3. Das Versorgungsgebiet:

Zahlentafel 4. Umspannstellen und Fernleitungsnetz.

	100 kV u. darüber	30 bis unter 100 kV	20 kV u. darunter	Σ Hochspannung	Σ Niederspannung
Umspannstellen MVA	771	547	1 332		
Fernleitungen km Freileitung „	616	1242	10 989	**12 847**	**7 047**
Kabel „		11	3 186	**3 197**	**6 246**
				16 044	**13 293**

a) Die Leistungsfähigkeit der **Umspannstellen** erreicht mit rd. 2600 MVA etwa das 2½fache der Leistungsfähigkeit aller Kraftanlagen (1030 MW).

b) Das **Fernleitungsnetz** hat eine Gesamtlänge von rd. 30 000 km erreicht, wovon etwas mehr als die Hälfte auf Hochspannungsanlagen entfällt.

c) Die großen **Stromlieferungsunternehmungen:**

Zahlentafel 5. Die vier größten Stromlieferungsunternehmungen.

	STEWE (Wien)	OEKA	STEWEAG	TIWAG
Höchstleistung möglich				
Wasserkraft . . . . . MW	16	71	67	79
Wärmekraft . . . . . „	171	9		
zusammen . . . . . „	207	80	67	79
samt Fremdbezug . . . „	**263***	**112**	**86**	**100**
erreicht . . . . . „	**149**	**64**	**50**	**93**
Umspannerleistung . . . MVA	1028	215	190	225
Fernleitungsnetz:				
Hochspannungs-Freileitung km	646	1839	422	73
Kabel „	1770	55	1	
Niederspannungs-Freileitg. „	226	1261	45	40
Kabel „	5432			
Jahreserzeugung . . . Mill kWh	284	238	186	84
einschl. Fremdbezug „	**503**	**298**	**202**	**116**

* davon 20 Akkumulatoren.

Zahlentafel 6. Der Anteil der 4 größten Stromlieferungsunternehmungen an der Gesamtversorgung.
(Die Klammerwerte sind auf die Stromlieferungsunternehmungen bezogen.)

	%	%
Mögliche Höchstleistung der eigenen Kraftwerke .	42	(63)
Umspannerleistungen	63	
Jahreserzeugung	36	(55)
Fernleitungen, Hochspannungsnetz	30	
Niederspannungsnetz	54	

Daraus geht hervor, daß die 4 größten Stromlieferungsunternehmungen durchschnittlich etwa die Hälfte der ganzen Versorgung erfassen; erweitert man die Untersuchung auf die 6 nächstgrößten Stromlieferungsunternehmungen (NEWAG, STEG, Innsbruck, Linz, Salzburg, Graz), so erhöht sich der Anteil auf etwa ⅔.

d) **Gliederung des Verbrauches:**

Zahlentafel 7. Gliederung des Verbrauches in Mill kWh.

Kleinverbrauch, städtisch	261	
ländlich	39	300
öffentliche Beleuchtung		29
Großverbrauch, beliefert	384	
Eigenerzeugung der Industrieunternehmungen	710	1094
Bahnen, Bundesbahnen	110	
Straßen-, Kleinbahnen	126	236
Summe Inlandsverbrauch		**1659**
Auslandsausfuhr		256
nutzbarer Gesamtverbrauch		**1915***

* Unter Berücksichtigung der mit rd. 370 Mill kWh ausgewiesenen Verluste (17 % der Erzeugung) und des Eigenbedarfes der Stromlieferungsunternehmungen mit 36 Mill kWh dürfte die diesem Verbrauch entsprechende Erzeugung um rd. 6 % größer sein als die in Zahlentafel 2 ausgewiesene; der Unterschied dürfte vor allem im Fremdstrombezug von in dieser Statistik nicht enthaltenen Kleinkraftwerken liegen.

Digitized by Google

Der Gesamt-Inlandsjahresverbrauch ergibt daher eine Kopfziffer von 250 kWh, einschließlich der Ausfuhr eine Kopfziffer von 300 kWh, die Erzeugung von 350 kWh; unter Zuziehung der Kleinanlagen würden sich diese Werte um etwa 10 % erhöhen.

e) **Der Kleinverbrauch:**

Der Kleinverbrauch von 300 Mill kWh bezieht sich auf ein Belieferungsgebiet, in welchem fast 4 Mill Einwohner leben[5], davon nach der Siedlungsart etwa 75 % überwiegend in Städten, 25 % in Landorten und zerstreut. Es ergibt sich ein Jahresverbrauch von fast 100 kWh für die städtischen und über 30 kWh für die ländlichen Einwohner des Versorgungsgebietes (nicht des „versorgten" Einwohners, also einschließlich der im Versorgungsgebiet wohnenden, nicht angeschlossenen Einwohner[6]). Es wird eine Ausnutzung des Anschlußwertes bei der städtischen Versorgung von rd. 420 h, bei der ländlichen von 270 h erreicht.

f) **Der Industrieverbrauch.**

Der Industrieverbrauch zerfällt, soweit er in den Unternehmungen mit Eigenanlagen erzeugt bzw. als Fremdstrom verbraucht wird, auf folgende Gruppen:

Zahlentafel 8. Gliederung des Verbrauches der industriellen Eigenanlagen.

	Zahl der Betriebe	Jahresverbrauch Mill kWh
Holzstoff, Zellulose, Papier, Sägen	28	293
Bergbau	7	14
Eisen, Stahl, Metallwerke	18	141
Maschinen	6	14
Chemie (Aluminium)	10	90
Textil	20	83
Baustoffe (Zement, Glas)	9	37
Leder, Farben, Gummi	5	9
Lebens-, Genußmittel (Zucker)	10	23
Bäder	1	1
	114	705

g) **Städtischer Verbrauch:**

Der normale Jahresverbrauch im Haushalt und Kleingewerbe erreichte in Wien, Graz und Linz etwa 70 kWh je Einwohner des Versorgungsgebietes; in Salzburg steigt diese Zahl auf 100, in Innsbruck auf 200. Die genannten Werte verdoppeln sich etwa unter Zuzählung des Verbrauches der Großabnehmer, Straßenbeleuchtung und Straßenbahn. Auch in der Straßenbeleuchtung weisen Salzburg und Innsbruck, jedenfalls unter dem Einfluß des Fremdenverkehrs, bemerkenswert hohe Werte auf.

Die Jahresbelastungsdauer der erreichten Höchstleistung schwankt je nach dem Anteil der Großverbraucher von 2500 ··· 4500 h, die Jahresausnutzungsdauer des Anschlußwertes bei Kleinabnehmern von 300 ··· 600 h, bei Großabnehmern von 800 ··· 2000 h.

[5] Etwa 60 % der Gesamtbevölkerung Österreichs, der Rest ist teils durch Kleinanlagen unmittelbar versorgt, teils unversorgt.

[6] In den westlichen Ländern steigen diese Kopfanteile in städtischen Gebieten bis auf 500, in ländlichen bis auf 160 kWh.

Zahlentafel 9. Absatzverhältnisse in größeren Städten.

	Wien	Graz	Linz*	Innsbruck*	Salzburg*
Einwohnerzahl	1 900 000	153 000	200 000	82 000	72 000
Versorgungsgrad %		*63*	*98*	*99*	*91*
Jahresstromabgabe je vorhandenen Einwohner					
Kleinverbrauch kWh	76	72	72	210	102
Großverbrauch „	50	6**	45	107	52
Straßenbeleuchtung „	9	9	3	24	16
Straßenbahnen „	47	34	11	29	10
Summe „	**182**	**121**	**131**	**370**	**180**
Jahresbelastungsdauer der erreichten Höchstleistung h	3350	2460	3570	4500	3540
Jahresausnutzung des Anschlußwertes der Kleinabnehmer „	1970	395	300	590	340
Großabnehmer „	1970	820	830	1150	1000

* einschließlich Umgebungsgemeinden.
** ausschließlich „

h) **Ländlicher Verbrauch.**

Zahlentafel 10. Absatzverhältnisse in größeren Überlandgebieten.

	NEWAG Niederösterreich	OEKA Oberösterreich	STEG Steiermark
Zahl der Abnehmer	20 200	23 200	13 100
durchschn. Anschlußwert je Abnehmer kW	1,3	1,03	1,34
Stromabgabe je Abnehmer kWh	**160**	**230**	**440**
Jahresausnutzung des Anschlußwertes h	120	215	310

Die ländliche Versorgung einschließlich kleiner Landstädte ergibt einen Anschlußwert von etwas über 1 kW je versorgten Abnehmer. Die Ausnutzungsdauer des Anschlußwertes schwankt aber von rd. 100 h in Niederösterreich bis auf 300 h in Steiermark; dementsprechend auch der Jahresstromabsatz je Abnehmer von 160 kWh bis über 400 kWh. In den westlichen Ländern steigt die Ausnutzung des Anschlußwertes, vielfach bewirkt durch den Pauschaltarif, bis auf 100 h und der Stromabsatz bis auf 700 kWh je Abnehmer.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung

Neue Torffeuerungen in den Überlandkraftwerken der UdSSR. — Über die Schwierigkeiten, welche in Torfkraftwerken in der UdSSR bei der Gewinnung und Verbrennung der großen Torfmengen aufgetreten sind, wurde in der ETZ 1933, S. 825 u. S. 900 bereits kurz berichtet und gleichzeitig darauf hingewiesen, daß in den letzten Jahren das sogenannte Torffräsverfahren immer mehr und mehr zur Geltung kommt. Den auf diese Weise gewonnenen Torf versuchte man anfangs durch Beimischung (30 %) zum Stücktorf in den bekannten Schachtfeuerungen mit Kettenrost von Prof. Makariew zu verbrennen. Dieser Versuch mißlang aber, da Frästorf viel leichter die Feuchtigkeit aufnimmt und dadurch den Wirkungsgrad der Feuerung stark herabsetzt.

Einen wesentlichen Fortschritt erzielte Moges mit der Feuerung Abb. 1. Bei dieser Feuerung gelangt der Frästorf aus einem Bunker zur Düse und wird hier mittels eines Ventilators mit Luft gemischt und in die Feuerung eingeblasen. Im unteren Teil der Feuerung befindet sich ein schmaler, mit Unterwind versehener Rost, auf welchem die größeren Torfstücke nachverbrannt werden. Mit dieser Torffeuerung gelingt es, eine Verdampfung von 40 ··· 45 kg/m²h zu erzielen, aber nur mit 40 ··· 45 % feuchtem Torf, da bei einer größeren Feuchtigkeit die Feuerung erlischt.

Eine weitere Entwicklung der Frästorffeuerung zeigt Abb. 2. Mit dieser Feuerung wurde ein Kessel von 380 m² im Werk „Elektroperedatscha" versehen. Diese Feuerung unterscheidet sich von der oben erwähnten hauptsächlich dadurch, daß sie einen Brecher und eine Trockenvorrichtung besitzt. Eine Schüttelrinne fördert den Frästorf aus dem Hauptbunker in einen Hilfsbunker (*a*), wo Eisenteile aus dem Torf durch einen Magnetseparator ausgeschieden werden. Sodann gelangt der Torf mittels einer Speisevorrichtung (*b*) in ein Rohr und wird hier von heißen Gasen, welche dem Kessel entnommen werden, teilweise getrocknet. Nach der Trocknung wird der Torf in einem Brecher (*c*) zerkleinert und mittels eines Ventilators durch eine Düse in die Feuerung eingeblasen. Mit dieser Feuerung soll es gelungen sein, reinen Frästorf mit einer Feuchtigkeit von 55 % gut zu verbrennen.

Auch im Werk Schatura[1] ist ein 750 m²-Kessel mit einer ähnlichen Feuerung versehen worden; die Gase werden aber nach erfolgter Torftrocknung nicht, wie bei der

[1] ETZ 1930, S. 386.

Digitized by Google

Feuerung nach Abb. 2, in den Kessel zurückgeleitet, sondern nach Passieren eines Zyklons in die freie Luft ausgeblasen. Solche Feuerung läßt sich leichter regeln, hat

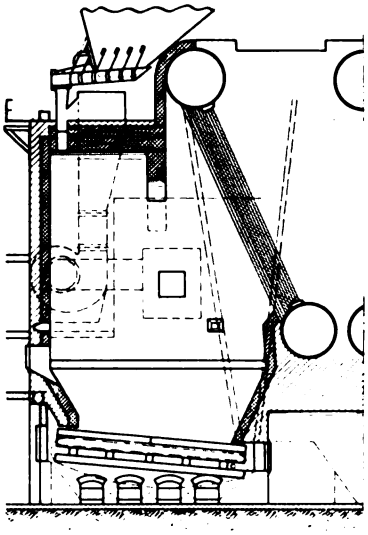


Abb. 1.

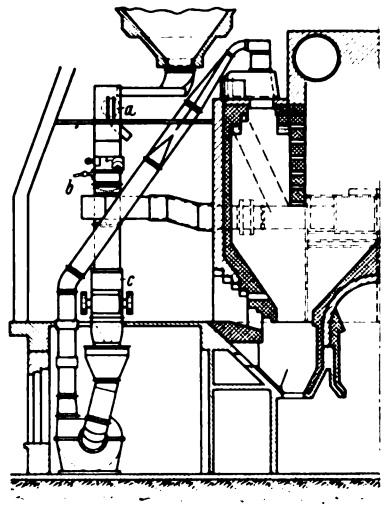


Abb. 2.

Kessel für die Verfeuerung von Frästorf.

aber eine verwickeltere Konstruktion und einen weniger günstigen Wirkungsgrad. (Zeitung Technika, Moskau, vom 18. I. 1933.) *T. S.*

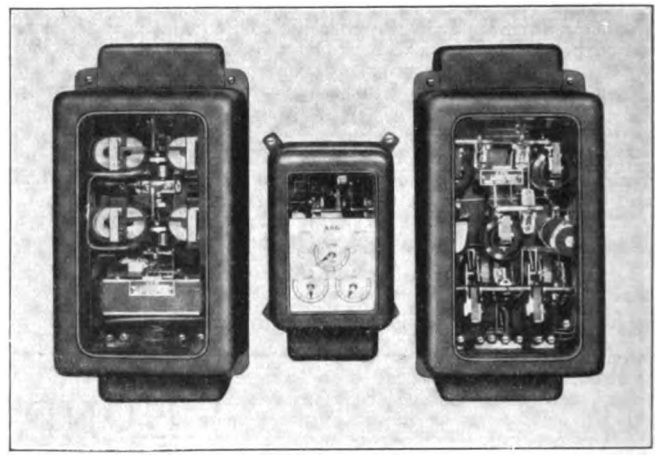
Apparate.

Die Strom- und Spannungsverhältnisse der gittergesteuerten Gleichrichter. — Versieht man einen Gleichrichter mit Steuergittern vor den Anoden, so ist man in der Lage, den Zündeinsatz der Anoden beliebig zu beeinflussen und damit veränderte Betriebsverhältnisse zu schaffen[1]. Eine Anwendung hiervon bildet die Regelung der Gleichspannung mittels einer verschieden großen Zündverzögerung. Die Strom- und Spannungsverhältnisse solcher gesteuerten Gleichrichter wurden in der besprochenen Arbeit untersucht. Im ersten Teil werden nur gleichstromseitige Reaktanzen berücksichtigt. Die Welligkeit der Gleichspannung nimmt mit wachsender Zündverzögerung zu; wie bei den ungesteuerten Gleichrichtern treten als Harmonische nur diejenigen auf, deren Ordnungszahl ein Vielfaches der Phasenzahl des Gleichrichters ist, und zwar in einer Höhe, die nur von der Ordnungszahl abhängt. Von einer gewissen Zündverzögerung ab wird der Gleichstrom lückenhaft. Die Brenndauer der Anodenströme hängt dann von der Zeitkonstante des Gleichstromkreises und damit von der Belastung ab; infolgedessen ist auch die Gleichspannung belastungsabhängig.

Im zweiten Teil der Arbeit werden wechselstromseitige Reaktanzen berücksichtigt. Die Veränderlichkeit der Brenndauer der Anodenströme wird jetzt durch den Kommutierungsvorgang bedingt; dieser ist bestimmt durch die Zeitkonstante der Wechselstromkreise und ist damit wieder belastungsabhängig. Die hieraus sich ergebende Gleichspannungscharakteristik wird für zwei Grenzfälle untersucht, einmal für rein ohmsche Belastung und einmal für ohmsche Belastung und unendlich große Reaktanz im Gleichstromkreis. Wendet man das Ergebnis für die kleinstmögliche Zündverzögerung an, so ergeben sich bisher noch nicht angegebene Lösungen für die Charakteristik der ungesteuerten Gleichrichter. Im übrigen findet man, daß bei unendlich großer Reaktanz im Gleichstromkreis der absolute Gleichspannungsabfall von der Zündverzögerung unabhängig ist. Die Berücksichtigung von ohmschen Widerständen auf der Wechselstromseite ergibt, daß sich ohmscher und induktiver Gleichspannungsabfall in erster Näherung arithmetisch addieren. Hinsichtlich der Transformatordaten ist wenig grundsätzlich Neues gegenüber den ungesteuerten Gleichrichtern zu sagen. Im wesentlichen sind die Scheinleistungen des Transformators von der Zündverzögerung unabhängig. Anders verhält es sich bei Saugtransformatoren, ihre Beanspruchung wächst mit der Zündverzögerung.

Infolge der angenäherten Konstanz der wechselstromseitigen Scheinleistung nehmen die Eigenleistungsfaktoren etwa im Verhältnis der geregelten zur ungeregelten Gleichspannung ab. Eine weitere Verminderung der Leistungsfaktoren bewirken die Kommutierungs- und die Leerlauf-Blindleistung des Transformators; verbessernd wirkt dagegen die Welligkeit des Gleichstroms. Während der Leistungsfaktor der Grundwelle von der Phasenzahl des Gleichrichters nahezu unabhängig ist, ist der Gesamtleistungsfaktor von der Phasenzahl stark abhängig. Aus beiden Faktoren läßt sich der für gegebene Netzverhältnisse jeweils maßgebende Leistungsfaktor berechnen; bei großer Grundbelastung des Netzes wird dieser angenähert gleich dem Leistungsfaktor der Grundwelle. (K. Müller-Lübeck u. E. Uhlmann, Arch. Elektrotechn. Bd. 27, H. 5, S. 347.)

Schnelldistanzschutz. — Schnelldistanzrelais haben im Gegensatz zu gewöhnlichen Distanzrelais statt stetiger Zeitkennlinien stufenförmige und schalten die gestörte Leitungstrecke meist schon in wenigen Perioden ab, ein für die Betriebsführung nicht unwesentlicher Vorteil[1]. Für nicht starr geerdete Netze stellt die AEG den Schnelldistanzschutz grundsätzlich in Sparschaltung, d. h. in Einsystemschaltung her[2]. Der Relaissatz für ein Drehstromende besteht aus den Anregegliedern, den Meßgliedern, einem Richtungsglied und einem Stufenzeitrelais (Abb. 3). Die Anregung erfolgt je nach den Netzverhältnissen entweder durch Überstrom- oder durch Unterimpedanzglieder. Zur Messung der Impedanz in der Fehlerschleife dienen elektromagnetische Kipprelais, die so ausgelegt sind, daß sie bei Fehlern auch in der zweiten und dritten Zone den jeweiligen Impedanzwert schon innerhalb der ersten Perioden erfassen und den einmal gemessenen Wert bis zum Auslösen des Hochspannungschalters festhalten, sei es durch besondere Haltespulen oder durch ein schlechtes Halteverhältnis der Meßglieder oder aber durch Hilfs-



a *b* *c*

a 2 Meßglieder und 1 Richtungsglied *b* Stufenzeitrelais mit 3 Kontaktpaaren *c* Unterimpedanz-Anregeglieder

Abb. 3. Schnellimpedanzschutz für ein Drehstromende (50 Hz).

relais, die bei den nachgeordneten Meßgliedern in etwa 0,2 s nach Eintritt des Kurzschlusses den Spannungspfad unterbrechen. Das Richtungsglied ist ein Induktionsdynamometer[3], das trotz kräftiger Bauart sehr empfindlich ist und sehr kleine Eigenzeiten aufweist. Das Stufenzeitrelais hat 3 Kontaktpaare, die jeweils den Auslösekreis mit der vorgegebenen Zeit schließen, wenn die Meßglieder gemeinsam mit dem Richtungsglied die entsprechende Zone für den Fehler festgestellt haben.

Der Sparschaltung für nicht starrgeerdete Drehstromnetze liegen nur zwei in Differenzschaltung angeordnete

[1] Vgl. Schenkel, ETZ 1932, S. 761.

[1] M. Walter, ETZ 1932, S. 1056. Über Distanzschutz s. a. ETZ 1932, S. 476 u. 1109.

[2] M. Walter, Der Selektivschutz nach dem Widerstandsprinzip. Verlag R. Oldenbourg, München 1933.

[3] G. Stark, AEG-Mitt. 1933, S. 220.

Digitized by Google

Stromwandler zugrunde. Trotzdem erfolgt die Messung distanzgetreu, d. h. die Schnelldistanzrelais ergeben bei allen Fehlerarten mit gleicher Entfernung gleiche Auslösezeiten. In starrgeerdeten Drehstromnetzen erfordert die Sparschaltung je Drehstromende natürlich drei Stromwandler. — Die Relais eignen sich sowohl zum Schutz von Kabeln und Freileitungen als auch von Transformatoren beliebiger Betriebspannung. *fi*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Temperaturmessung mit dem Platin-Widerstandsthermometer bis 1100 °. — Die Anwendung des Platinthermometers blieb bisher fast immer auf Temperaturen bis 660 ° beschränkt, da der Platinmeßdraht bei höheren Temperaturen innere Veränderungen erleidet, die eine öftere Neubestimmung der Konstanten des Thermometers notwendig machen und dadurch die Temperaturmessung erheblich erschweren. Wie H. M o s e r zeigt, sind solche Änderungen des Platins dann ohne Einfluß auf die Temperaturmessung, wenn nach jeder Widerstandsbestimmung R_t bei hoher Temperatur der Widerstand beim Eispunkt R_0 neu bestimmt wird. Die Widerstandsdifferenzen $R_t - R_0$ sind nämlich, wie sich unter gewissen Voraussetzungen aus dem Matthiessenschen Gesetz ableiten läßt, unabhängig von den inneren Veränderungen des Platins, solange die Abweichungen des R_0-Wertes kleiner als 0,02 % bleiben. Die Einhaltung dieser Bedingung macht im allgemeinen keine Schwierigkeit, so daß eine Neubestimmung der übrigen Konstanten des Thermometers nicht erforderlich ist. Zur Temperaturbestimmung geeignet ist die Formel dritten Grades

$$t = 100\,\frac{R_t - R_0}{R_{100} - R_0} + \delta\,\frac{t}{100}\left(\frac{t}{100} - 1\right) + \gamma\,\frac{t}{100}\left(\frac{t}{100} - 1\right)\left(\frac{t}{444{,}6} - 1\right),$$

deren Konstanten R_0, R_{100}, δ und γ durch Eichung am Eispunkt, Dampfpunkt, Schwefelpunkt und Goldpunkt zu bestimmen sind. (Ann. Physik Bd. 6, S. 852.) *Br.*

Über die Konvergenz der Brückenmeßverfahren. — Bei Messungen mit Wechselstrom-Meßbrücken ist zur Erzielung des absoluten Stromminimums im Anzeigegerät (Fernhörer, Gleichrichtergerät) immer die Einstellung von zwei Elementen der Brücke erforderlich, die abwechselnd bedient werden. Die Einstellungen dieser beiden Elemente konvergieren gegen bestimmte Werte, aus denen die unbekannten Eigenschaften des Meßobjektes berechnet werden. Die Schnelligkeit der Konvergenz kann sehr verschieden sein. Sie hängt besonders davon ab, welches Paar von Einstellelementen gewählt wird. Mit dem von K ü p f m ü l l e r angegebenen, einfachen und anschaulichen Verfahren läßt sich die Konvergenz leicht untersuchen. Für jedes Paar von Einstellelementen und für jede Brückenanordnung läßt sich ein Zahlenwert angeben, der ein direktes Maß für die Schnelligkeit der Konvergenz der Einstellung ist und daher „Konvergenzmaß" genannt wird. Bei der gewöhnlichen Spulenmeßbrücke z. B., für die die Berechnung des Konvergenzmaßes als Anwendungsbeispiel durchgeführt wird, ergeben sich hieraus interessante Schlüsse über die zweckmäßigsten Einstellelemente und die Eignung von Fernhörer und Gleichrichterinstrument. (K. K ü p f m ü l l e r, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 51, S. 204.) *H. Bkm.*

Beleuchtung.

Gerät zur schnellen Ermittlung der mittleren waagerechten Lichtstärke von tragbarem Grubengeleucht. — Das in Abb. 4 dargestellte Gerät gestattet die Bestimmung der mittleren waagerechten Lichtstärke innerhalb kürzester Zeit mit einer einzigen photometrischen Messung. Dem Verfahren liegt die Tatsache zugrunde, daß bei genügend schneller Drehung der Leuchte um ihre senkrechte Achse eine Photometermessung ohne weiteres die mittlere waagerechte Lichtstärke ergibt. Zu diesem Zweck wird die Leuchte mit Hilfe einer Haltevorrichtung auf einem waagerechten Teller befestigt und dieser elektromotorisch so schnell gedreht, daß z. B. in einem Lummer-Brodhunschen Photometer ein Flimmern der von der zu messenden Leuchte bestrahlten Vergleichsfläche nicht mehr auftritt. Die notwendige Drehzahl hängt im wesentlichen von der Bauart der Leuchte ab, also bei der üblichen Bauart von der Zahl der Schutzstäbe und von der Art des Glühlampen- und des Schutzglases. Bei gleicher Anzahl der Schutzstäbe ist die für Klargläser erforderliche Drehzahl höher als die für matte oder opalisierte. Eine tragbare Mannschaftsleuchte mit 4 Schutzstäben und Klarglasglühlampe ohne Schutzglas erforderte ungefähr 400 U/min. Zur Verminderung des Zeitaufwandes bei Reihenmessungen ist bei der Durchbildung des Gerätes auf die Möglichkeit einer schnellen Auswechselung der Leuchten besonderer Wert gelegt worden. Durch eingehende Versuchsmessungen ist die Brauchbarkeit des Gerätes erwiesen worden. —

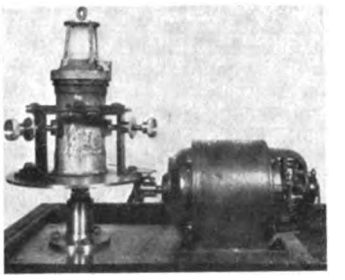


Abb. 4. Gerät zur schnellen Ermittlung der mittleren waagerechten Lichtstärke von tragbarem Grubengeleucht.

Eine noch allgemeinere Verwendung gestattet eine von T r u h e l schon 1924 angegebene Einrichtung gemäß Abb. 5. Hier wird die Lampe *b* mit Schutzglocke und Korb auf dem Teller *c* festgeschraubt, der über eine biegsame Welle *d* vom Motor *e* über Vorgelege gedreht wird. Der Lampenträger *f* läßt sich außerdem auf dem Schlitten *h* längs des Gradbogens *i* verschieben. Mit dieser Einrichtung läßt sich die mittlere Lichtstärke nach allen Richtungen und damit auch die räumliche Lichtverteilungskurve leicht feststellen. (K ö r f e r, Glückauf Bd. 68, S. 784. T r u h e l, Glückauf Bd. 69, S. 110.) *Sgm.*

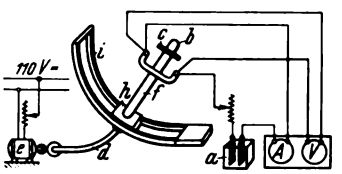


Abb. 5. Prüfeinrichtung nach T r u h e l.

Bahnen und Fahrzeuge.

Untersuchung über elektrolytische Korrosion durch Streuströme. — In einem dem 22. Kongreß des „Internationalen Vereins der Straßenbahnen, Kleinbahnen und öffentlichen Kraftfahrunternehmen" (UIT) in Warschau 1930 vorgelegten Bericht „Studien über Streuströme und Schutz gegen deren elektrolytische Wirkungen" unternimmt es R. P o d o s k i, auf Grund von Untersuchungen in polnischen Bahnnetzen nachzuweisen, daß den vom Internationalen beratenden Ausschuß für Fern-Telephonverbindungen (CCI) in Como 1927 angenommenen, an die von der Schweizerischen Korrosionskommission genehmigten „Leitsätze"[1] sich anlehnenden „Richtlinien"[2] die deutschen und französischen „Vorschriften" bzw. „Regeln" vorzuziehen seien. Dementsprechend wurde ein von der Kommission des UIT ausgearbeiteter Entwurf „Empfehlungen zum Schutze von unterirdischen Metalleitungen gegen die elektrolytische Wirkung der Streuströme", der sich sowohl nach dem Sinne als auch nach der zahlenmäßigen Begrenzung der in Frage kommenden physikalischen Größen eng an die deutschen Vorschriften von 1910[3] anlehnt, vom 22. Kongreß des UIT offiziell angenommen.

Auf diese Studien erwidert in ausführlicher Polemik die Kontrollstelle der Schweizerischen Korrosionskommission (H. B o u r q u i n, Zürich). Der Streit der Meinungen dreht sich im wesentlichen um die schon in den zwei Jahrzehnte zurückliegenden Verhandlungen der ehemaligen deutschen „Vereinigten Erdstromkommission" stark umstrittene Frage: Sollen sich die den Streustromerzeugern aufzuerlegenden Vorschriften oder Richtlinien außer auf die Leitfähigkeit auf die Begrenzung des Spannungsabfalles im Gleisnetz beschränken oder eine Begrenzung des Potentialunterschiedes zwischen Gleis und Erde bzw. unterirdischen Metalleitungen einschließen? Der letztere, von der schweizerischen Korrosionskommission einschließlich des schweizerischen Vertreters des UIT eingenommene Standpunkt stützt sich auf die Annahme mittlerer, von der Art des Gleisbaues und den Erdbodenverhältnissen abhängender, zur Berechnung des Übergangs-

[1] Bearb. v. Generalsekretariat d. Schweiz. EV, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 13, H. 11 (1922).
[2] Vorläufige Richtlinien des CCI über den Schutz der Kabel gegen Korrosion, Mai 1928, Sonderdruck d. Telegr. u. Fernspr.-Techn.
[3] ETZ 1910, S. 491; 1911, S. 511.

Digitized by Google

widerstandes zwischen Gleis und Erde dienender Koeffizienten, die sich aus zahlreichen Untersuchungen an vielen schweizerischen Bahnnetzen ergeben haben und auch mit den Ergebnissen von Untersuchungen des amerikanischen Bureau of Standards befriedigend übereinstimmen. Mit ihrer Hilfe wird die Beurteilung der Streustromgefährdung durch mühelos und ohne nennenswerte Kosten an vielen Punkten des Schienennetzes meßbare Spannungen zwischen Schiene und unterirdischer Leitung erleichtert. Die übrigen in dem Meinungsaustausch zum Wort gekommenen Vertreter der UIT bestreiten im Hinblick auf Studien von Podoski die allgemeine Anwendbarkeit derartiger mittlerer Koeffizienten mit der Begründung, daß die örtlichen Verhältnisse in verschiedenen Netzen auch bei gleichartigem Gleisbau viel zu weit von einander abwichen, als daß sich daraus allgemein gültige mittlere Koeffizienten ableiten ließen. Sie legen deshalb den Ergebnissen von Spannungsmessungen zwischen Gleisnetz und Rohrnetz nur bedingten Wert bei und halten neben der, allerdings mit Hilfe von besonderen, oft kostspieligen Vorrichtungen möglichen Feststellung von Spannungen im Gleisnetz nur die unmittelbare Messung der Erdstromdichte an den unterirdischen Leitungen für maßgebend zur Beurteilung der Gefährdung.

Alle an der Lösung des Streustromproblems interessierten Kreise werden den zur Klärung gewiß beitragenden, den alten Fragenkomplex wieder aufrollenden Meinungsaustausch mit Interesse verfolgen, leider ohne die erhoffte Aussicht auf Einigung auf der ganzen Linie. Solange nicht auf allen Seiten Zugeständnisse gemacht werden und weniger der alte formale Rechtstandpunkt, wonach der, der seine Anlage zuletzt baut, für den Schutz zu sorgen hat, dafür mehr der Grundsatz „Gemeinnutz geht vor Eigennutz" auch in dieser Beziehung berücksichtigt wird, dürfte die allgemeine Anerkennung von „Richtlinien", „Leitsätzen", „Empfehlungen", „Vorschriften" Utopie bleiben. Die Besitzer von durch Streuströme gefährdeten Leitungen werden deshalb gut tun, sich auf derartige Vereinbarungen allein nicht zu verlassen, sondern die in den letzten Jahren zweifellos erzielten technischen Fortschritte auf dem Gebiet des Selbstschutzes auszunutzen. In dieser Beziehung ist den Richtlinien des CCI und den Empfehlungen des UIT der schon in den deutschen Vorschriften betonte Standpunkt gemeinsam. Hiernach sind Selbstschutzmaßnahmen nur als Hilfsmittel zu werten, und können insbesondere isolierende Rohrverbindungen befriedigende Ergebnisse haben, wenn sie zweckmäßig eingebaut und konstruiert sind, während bezüglich elektrischer Drainage die Praxis zeige, daß metallische Verbindung zwischen Schienen und unterirdischen Metallmassen fast immer schädlich sei, weil durch sie die Gesamtstärke des Streustromes und damit der elektrolytischen Gefährdung vergrößert werde. (Mitt. an den 23. Kongreß des UIT 1932.) Fr. Besig.

New York—Philadelphia in elektrischem Betrieb. — Wie schon kurz gemeldet[1], verkehren seit Mitte Januar auf der 147 km langen Strecke New York—Philadelphia durchgehende, von elektrischen Lokomotiven gezogene Züge. Zunächst wurden vier Zugpaare in Betrieb gesetzt, nach und nach ist der ganze Dampfbetrieb durch Elektrizität ersetzt worden. Der alte Fahrplan ist zunächst beibehalten worden. Zu seiner Durchführung sind 12 Lokomotiven nötig. Bei den der Eröffnung des regelmäßigen Betriebes vorangegangenen Probefahrten wurde die Strecke in 81 min durchfahren, bei dreimaligem Halten dauerte die Fahrt 102 min. Nach dem bisherigen Fahrplan, bei dem die Dampfzüge zwischen Manhattan und dem Pennsylvania-Bahnhof bereits elektrisch befördert wurden, war die Fahrzeit bei einmaligem Halten unterwegs neben dem Halten zum Lokomotivwechsel genau 2 h. Die neuen elektrischen Lokomotiven haben 6 Motoren mit zusammen 3400 PS; die Zugkraft beträgt 26,3 t. Das Lokomotivgewicht ist ungefähr 180 t, wovon je 36,3 t auf die drei angetriebenen Achsen entfallen. Die Lokomotiven sind für eine Fahrgeschwindigkeit von 145 km/h entworfen. Bei den Probefahrten haben sie 13 ··· 18 Personenwagen von je 77 t Gewicht auf waagerechter und auf 30 km langer, unter 1 : 200 geneigter Strecke gezogen. Der Strom wird durch den Fahrdraht als 11 kV-Wechselstrom von 25 Per/s zugeführt.

Der nächste Schritt auf dem Gebiete der elektrischen Zugförderung bei der Pennsylvania-Eisenbahn wird die Durchführung der von New York kommenden Züge bis Wilmington nach Süden sein, dann folgt die Ausdehnung elektrischer Zugförderung bis Paoli in der Richtung nach Westen. Hierzu wären im ganzen 72 elektrische Lokomotiven nötig. Mit Inbetriebnahme dieser Strecken mit Elektrizität als Triebkraft wächst das so betriebene Netz der Pennsylvania-Eisenbahn auf 2335 km Gleislänge an. Alle in Philadelphia einmündenden Strecken sind dann auf Elektrizität umgestellt. Die Kosten bis zur Erreichung dieses Zieles betragen 100 Mill $. (Ztg. Ver. dtsch. Eisenb.-Verw. Bd. 73, S. 553.)

Hauptbahnelektrisierung in Japan. — Auf der Weltkraftkonferenz zu Stockholm[1] machte Dr. S. Matsunawa, Chef der japanischen Bahnverwaltung zu Tokio, in seinem Berichtsbeitrag Angaben zum Stande der Vollbahnelektrisierung in Japan. Am 1. VII. 1932 waren von den 15 029 km Staatsbahnlinien 351,4 km = 2,34 % elektrisiert. Auf den elektrischen Linien wurden 303,4 km mit elektrischen Lokomotiven und 188,4 km mit elektrischen Triebwagen befahren. Auf einigen Linien wie auf der Tokaido, Yokosuka, Chuo laufen Züge mit Lokomotiven und Triebwagen parallel, d. h. benutzen dieselben Streckeneinrichtungen. Im Bau befinden sich 142,1 km Linien, die vornehmlich mit Triebwagen werden befahren und im Frühjahr 1934 fertiggestellt sein werden. Weiter sind 283,6 km Linien zur Fertigstellung in den Jahren 1936 ··· 1938 in Aussicht genommen. Diese Bauten entfallen auf die Linien: Tokaido, Hokurike, Ou, San-in und Sobu. Für das Betriebsjahr 31. III. 1931/32 betrug der Stromverbrauch 198 444 402 kWh, von denen 23 637 372 kWh von privaten Gesellschaften gekauft und der Rest in den bahneigenen Werken Kawasaki (45 000 kW) und Akabane (12 000 kW) erzeugt wurden. Im Bau ist das Shinanogawa-Wasserkraftwerk für 160 000 kW. Alle Linien werden im Oberleitungs-Trolley-System mit 1500 V Gleichstrom bis auf die Linie Yokogawa-Karuizawa betrieben, die im Abt-System gebaut ist und 3. Schiene mit 650 V hat. Für die Elektrisierung wurden bis zum 31. III. 1932 156 824 820 Yen[2] aufgewendet, in welchem Betrage alle Kosten für die Kraftwerke, Übertragung (66 kV-Oberleitung und 22 kV-Kabel), Umformerstationen, Lokomotiven und Triebwagen enthalten sind. Am 31. III. 1932 liefen auf dem gesamten Bahnnetz 3892 Dampflokomotiven, 5 Diesellokomotiven, 119 elektrische Lokomotiven und 1219 elektrische Triebwagen (einschl. Anhänger). In dem am 31. III. 1931 abgelaufenen Betriebsjahr wurden zurückgelegt: 191 494 959 Zugkilometer durch Dampflokomotiven, 3 728 915 durch elektrische Lokomotiven, 86 351 954 durch elektrische Triebwagen. Bei einem durchschnittlichen Zuggewicht von 257 t erforderte der Dampflokomotiv-km 14,30 kg Kohle = 0,125 Yen, bei einem durchschnittlichen Zuggewicht von 279 t der Elektrolokomotiv-km 9,84 kWh = 0,168 Yen, bei einem durchschnittlichen Triebwagengewicht von 35 t der Wagen-km 1,77 kWh = 0,02 Yen. Die Reparaturkosten im Jahr stellten sich bei der Dampflokomotive auf 5133 Yen, bei der elektrischen Lokomotive auf 3367 Yen, beim elektrischen Triebwagen auf 725 Yen. *Pge.*

Bergbau und Hütte.

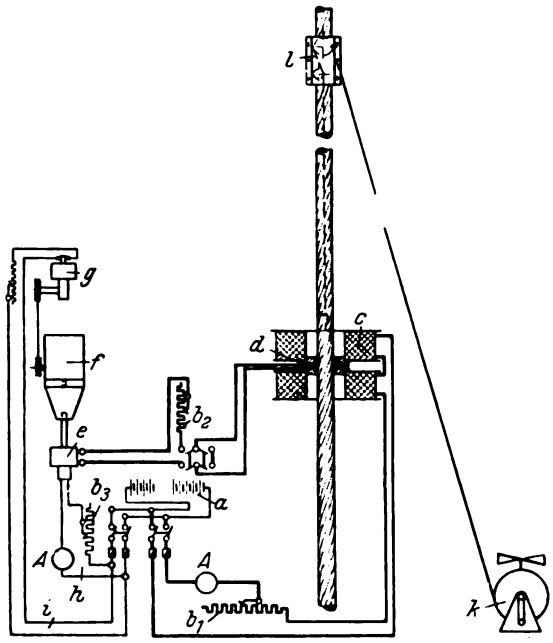
Elektromagnetische Prüfung von Förderseilen. — Ein Verfahren, mit dessen Hilfe Bruchstellen im Innern von Drahtseilen auf elektromagnetischem Wege festgestellt werden können, hat T. F. Wall[3] vor etwa 4 Jahren angegeben. Dieses Verfahren arbeitet mit Wechselstrom niedriger Frequenz, ist sehr roh und praktisch kaum brauchbar, weil es erst Querschnittschwächungen von etwa 3 % anzeigt. Neuerdings hat Otto in der Seilprüfstelle der Westfälischen Berggewerkschaftskasse in Bochum ein von ihm und Wever zunächst für Zwecke anderer Werkstoffprüfungen entwickeltes Verfahren für die Untersuchung von aufliegenden Förderseilen ausgestaltet. Abb. 6 zeigt das Schaltbild. Von einer Gleichstromquelle von 110 V wird ein Strom, dessen Stärke ein Widerstand b_1 regelt, durch die Magnetisierungspule c geleitet. Durch diese Spule wird das zu untersuchende Seil möglichst gleichmäßig hindurch bewegt, wobei in ihm eine magnetische Induktion bis zu hoher Sättigung erzeugt wird. An einer Querschnittsschwächung entsteht ein Streufeld, das in einer zwischen den beiden Hälften der Spule c angeordneten Prüfspule d eine elektromotorische Kraft erzeugt. Über einen weiteren Regelwiderstand b_2 steht diese Spule mit dem Galvanometer e in Verbindung, das den Stromfluß auf den in der Kassette f befindlichen lichtempfindlichen Papier-

[1] ETZ 1933, S. 408.

[1] ETZ 1933, S. 953.
[2] 1 Yen = 2 RM.
[3] Trans. Inst. Min. Engr. Bd. 77, S. 213

Digitized by Google

streifen optisch aufzeichnet. Gleichzeitig werden auf dem Streifen Wegpunkte für die durchlaufenen Seilstrecken vermerkt, damit man die einzelnen Diagrammpunkte später am Seil wiederfinden kann. Das Galvanometer ist ein Schleifengalvanometer nach Deubner, hergestellt von E. Leybolds Nachf. AG., Köln. Mit einer besonderen elektrisch angetriebenen Spulenwickelvorrichtung können in kurzer Zeit an Ort und Stelle die Spulen um zweiteilige Hülsen um das Seil gewickelt werden. Das Verfahren ge-



a Gleichstromquelle	*g* Antriebsmotor für den Papierstreifen
b_1, b_2, b_3 Regelwiderstände	*h* Leitung für die Lichtquelle
c Magnetisierungs-Doppelspule	*i* Leitung für den Antriebsmotor
d Prüfspule	*k* Winde
e Galvanometer	*l* Leitrollen
f Kassette mit lichtempfindlichem Papierstreifen	

Abb. 6. Schaltbild für das elektromagnetische Verfahren zur Ermittlung von äußerlich nicht erkennbaren Drahtbrüchen bei Drahtseilen.

stattet allerdings keine unmittelbare zahlenmäßige Beurteilung der Schwächung, die bei Seilen überhaupt nicht von einem einzigen Querschnitt abhängt, sondern von der Erstreckung der Schwächung auf eine bestimmte Seilstrecke. Doch ist es auch möglich, in derselben Spulenanordnung in dieser Hinsicht genauere Unterlagen zu bekommen, wenn man den beim plötzlichen Ausschalten des Magnetisierungstromes im Prüfspulenkreise induzierten Strom mißt. (Woernle, Z. VDI Bd. 76, S. 557.) *Sgm.*

Allgemeiner Maschinenbau.

Anfressungen durch Sauerstoffaufnahme bei stillstehenden Kesseln. — Betriebserfahrungen im Großkraftwerk Klingenberg der BEWAG haben gezeigt, daß trotz einwandfreier Entgasung des gesamten Kesselwassers Anfressungen in den Trommeln und Siederohren der Kessel entstanden, die sich nur dadurch erklären ließen, daß drucklose, wassergefüllte Kessel in der Stillstandszeit Sauerstoff aus der Luft aufnehmen. Nach dem Abstellen der Kessel und ihrer völligen Abkühlung entsteht im Dampfraum infolge des Sinkens des Wasserspiegels ein Unterdruck, der das Ansaugen von Luft durch Undichtheiten und die Belüftungsventile zur Folge hat. Der Sauerstoff der Luft kommt also in Berührung mit der Wasseroberfläche und kann vom Wasser allmählich aufgenommen werden.

Eingehende Versuche an stillstehenden Kesseln, die sich über mehrere Wochen erstreckten und bei denen zur Beschleunigung der Sauerstoffaufnahme die Belüftung künstlich erhöht wurde (durch Entfernung der Überströmleitung zwischen den Obertrommeln und durch Öffnen der Belüftungsventile), haben diese Vermutungen in vollem Umfange bestätigt. Sowohl an Steilrohr- wie an Schrägrohrkesseln wurde nach Erreichen des höchsten Unterdruckwertes eine starke Sauerstoffaufnahme festgestellt. Trotz der geringen Diffusionsgeschwindigkeit konnte bereits nach kurzer Zeit in allen Teilen des Kessels Sauerstoff festgestellt werden, u. zw. Mengen, die völlig ausreichen, um Anfressungen hervorzurufen.

Da sich das längere Stillsetzen von Kesseln, die aber als Betriebsreserve dauernd zur Verfügung stehen und daher mit Wasser gefüllt sein müssen, in den meisten Elektrizitätswerken nicht vermeiden läßt, so empfehlen sich, wenn man die Kessel einer dauernden schweren Korrosionsgefahr nicht aussetzen will, besondere Maßnahmen, um die Kessel zu konservieren. Eine Alkalität von mehr als 1000 mg/l stellt einen sicheren Schutz gegen Anfressungen dar, hat aber den Nachteil, daß Kessel mit einem derart alkalischen Wasser bei Wiederinbetriebnahme stark aufschäumen. Sehr gute Erfahrungen hat man neuerdings mit Zusatz von Trinatriumphosphat gemacht. Nach Laboratoriumsversuchen genügen etwa 400 mg/l Ätznatron und 100 mg/l Trinatriumphosphat für einen sicheren Korrosionsschutz. Bei diesem verhältnismäßig geringen Salzgehalt ist ein Überschäumen der Kessel im Betrieb nicht zu befürchten, wenn man bei Inbetriebnahme das Wasser bis zum niedrigsten Wassergehalt abläßt und die entsprechende Frischwassermenge nachspeist. Nach diesem Verfahren hat man bereits mit Erfolg im Kraftwerk Charlottenburg gearbeitet.

Die Überhitzer werden bei der BEWAG durch Ammoniakgas konserviert; der Überdruck soll im Überhitzer etwa 100 mm WS betragen.

Bei Kesseln, die nur kurze Zeit stillgesetzt werden, muß man dafür sorgen, daß die Kessel nicht drucklos werden. Durch gutes Warmhalten, vor allem durch dicht abschließende Zugsperren, kann man erreichen, daß der Druck nach dem Stillsetzen nur ganz allmählich sinkt, und daß selbst nach 3 ··· 4 Tagen noch ein Überdruck vorhanden ist. Auch das Nachspeisen von heißem Wasser von Zeit zu Zeit kann zweckmäßig sein. (Richter, Masch.-Schad. Bd. 9, S. 149.) *Prs.*

Verschiedenes.

Gauß-Weber-Denkmünze. — Zum hundertjährigen Gedächtnis der Erfindung des elektromagnetischen Telegraphen durch Gauß und Weber hat die Georg-August-Universität in Göttingen einmalig eine Gauß-Weber-Denkmünze verliehen, um durch sie deutsche Männer zu ehren, die durch hervorragende Leistungen wissenschaftlicher, technischer oder organisatorischer Art das elek-

Abb. 7. Gauß-Weber-Denkmünze. (Originalgröße 7 cm Dmr.)

trische Nachrichtenwesen besonders gefördert haben[1]. Die in Bronze ausgeführte Denkmünze, die wir in Abb. 7 wiedergeben, ist eine glückliche Schöpfung des Berliner Bildhauers und Radierers Hanns Bastanier. Sie zeigt, im Unterschied von sonst bekannten Darstellungen, die beiden Forscher in dem Alter, in dem sie in gemeinsamer Arbeit den neuen Weg der Nachrichtenübermittlung fanden.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Jahresversammlung des Verbandes der Erzeuger und Verteiler elektrischer Energie in Rumänien[2]. — Die 2. Hauptversammlung der APDE tagte am 22. und 23. X. 1933 in Bukarest unter dem Vorsitz des Präsidenten Stefanescu Radu. Der Vorsitzende sprach zunächst über die allgemeine Lage der Elektrizitätswerke, wobei er die Behauptung der Monopolstellung der El.-Werke auf das entschiedenste zurückwies, da es jedem freistehe, sich die erforderliche Kraft und das Licht nach freiem Ermessen zu beschaffen. Ebenso nimmt er Stellung gegen die an dem Strompreis geübte Kritik. Diese dürfe nur dann erfolgen, wenn man sich vorher über die besonderen Verhältnisse der El.-Werke unterrichtet habe.

Der Vorsitzende des obersten Energierates betont, daß nur durch das verständnisvolle Zusammen-

[1] ETZ 1933, S. 1218.
[2] ETZ 1932, S. 1255.

Digitized by Google

arbeiten aller ein ersprießlicher Erfolg zu erwarten sei. Der Präsident des rumänischen Nationalinstitutes für die Nutzbarmachung der Energiequellen tritt für eine ausgedehnte Aufklärung des Publikums ein, damit die Konsumenten Verständnis finden für die schwere Lage der El.-Werke. Der Generaldirektor des Bukarester El.-Werkes weist auf die finanziellen Lasten hin, die den El.-Werken durch die großen Erweiterungen und Ausdehnungen der Stadtnetze erwachsen, welche Tatsache an Hand von Zahlenbeispielen erläutert wird. Der Vizepräsident des Verbandes zieht einen Vergleich zwischen der Stromerzeugung in Rumänien und den westlichen Kulturstaaten und legt an Hand von statistischen Zahlen dar, daß in Rumänien sowohl die Klein- und Großindustrie als auch der Haushalt, besonders aber die Landwirtschaft noch reichliche Absatzmöglichkeiten bieten, wobei er noch die elektrische Zugförderung und für die fernere Zukunft den Export elektrischer Energie streift.

Aus dem Tätigkeitsbericht ist zu entnehmen, daß die zahlreichen Gesetze und Verordnungen eine vielseitige Aufklärung der Mitglieder notwendig machten. Die Rückstände verschiedener Einrichtungen werden als besonders schwere Belastung für die Werke dargestellt. Ebenso bilden die Einfuhr und die Devisenbeschaffung weitere Hindernisse für den geregelten Betrieb der Unternehmungen. Es wird ferner dem Bedauern Ausdruck gegeben, daß in Rumänien die Bekämpfung der Rundfunkstörungen durch die Herausgabe eines Gesetzes[1] in einer im Ausland weniger gebräuchlichen Form geregelt worden ist, wobei auf die in Deutschland erfolgte Anordnung hingewiesen wird, die eine für die beteiligten Teile zufriedenstellende und in bezug auf das Rechtsempfinden weitgehendste Lösung gebracht hat.

Der Nachmittag und der darauffolgende Tag waren verschiedenen Fragen und Vorträgen technischer und wirtschaftlicher Natur gewidmet. Es wurden besonders die rumänischen Vorschriften für die Herstellung elektrischer Innenanlagen[2] einer eingehenden Beratung unterzogen, um diese dem heutigen Stand der Technik anzupassen.

Mit dem Filmvortrag von J. Berdelle-Berlin, der in anschaulicher Weise über die Eigenart, Vorteile und über die ausgedehnten Verwendungsmöglichkeiten von Akkumulatoren in Wechselstromnetzen sprach, schloß die zweitägige Tagung. *Ths.*

Energiewirtschaft.

Zur Vorausbestimmung von Belastungsverhältnissen. — Aufwendungen für die Werbung des elektrischen Kochens werden mitunter gescheut, wenn vor dem Anschluß solcher Verbraucher kein Anhalt für die Auswirkung auf die allgemeinen Belastungsverhältnisse besteht. Ist die Ausnutzung der Netze heute auch geringer als vor drei Jahren, so will man doch vor der Notwendigkeit plötzlicher Verstärkungen geschützt sein.

Eine Voruntersuchung über die Belastungsverhältnisse nach Einführung vieler Kochherde ist möglich, sobald man typische Belastungskurven von Herden, Speichern usw. kennt. Solche sind zwar an sich von einer Reihe von Faktoren abhängig, lassen sich aber doch für gewisse wiederkehrende Verhältnisse als Einheitskurven aufstellen. Auf graphisch-synthetischem Wege können dadurch Kurven über den zu erwartenden Belastungsverlauf in Straßennetzen und Knotenpunkten gewonnen werden[3].

Über die Sicherheit, mit der die tatsächliche Belastung durch die synthetische Methode im voraus bestimmt wird, sind die Ansichten noch geteilt. So wird behauptet, daß Werke trotz sorgfältiger Voruntersuchungen nicht immer mit der Kochstrombelastung von Siedlungen zufrieden sind[4].

Erfreulicherweise zeigt nun eine Untersuchung in einem Spezialfall, daß die Genauigkeit größer ist als zu erwarten. Pirrung hat im Bezirksverband Oberschwäbische Elektrizitätswerke, Biberach-Riß, Gesamtbelastungskurven gemessen und solchen gegenübergestellt, die rein synthetisch aus verschiedenen Einheitskurven aufgebaut waren[5]. Beide Kurven stimmen im gesamten Verlauf fast überein und zur Zeit der Zentralenhöchstlast, was ja ausschlaggebend ist, sogar überraschend gut. Die Genauigkeit war auch vorhanden, als die Einheitskurven, die dem Netz einer Stadt von 10 000 Einwohnern entnommen waren, auf eine andere Stadt von 17 000 Einwohnern übertragen wurden.

Es ist zu wünschen, daß noch mehr Erfahrungen über die synthetische Vorausbestimmung des Belastungsverlaufs veröffentlicht werden, damit die Praxis hinsichtlich der Genauigkeit dieser Methode über sichere Grundlagen verfügt. —*esse.*

[1] ETZ 1933, S. 262.
[2] ETZ 1933, S. 1130.
[3] v. Renesse, Verbesserung des Belastungsfaktors durch planmäßige Verwendung von Elektrizität in Neusiedlungen, Elektr.-Verwertg. Bd. 7, S. 6 (1932); Voruntersuchungen für die Elektrifizierung von Siedlungen, Elektr.-Wirtsch. Bd. 31, S. 211 (1932).
[4] Z. VDI, Bd. 77, S. 114 (1933); (Zuschrift zum Aufsatz: Fischer u. Schenk, Heizung und Lüftung. Z. VDI Bd. 76, S. 1185 (1932).
[5] Pirrung, Elektrizitätstarife, Untersuchungen über Gestaltung von Grundgebührentarifen für Kleinabnehmer, Verlag der VdEW, 1932.

AUS LETZTER ZEIT.

100 000 kVA-Transformator für das RWE. — Im Rahmen des Arbeitsbeschaffungsprogramms hat das RWE den Siemens-Schuckertwerken Auftrag auf Lieferung eines 100 000 kVA-Transformators für 220/100 kV erteilt. Ein gleicher Transformator wurde bereits 1931 geliefert. Der neue Transformator wird auch bei vollständiger Ölfüllung noch bahnversandfähig sein mit einem Versandgewicht von rd. 170 t. Das Gesamtgewicht einschließlich Öl und Kühlanlage beträgt rd. 263 t.

Quecksilberdampf-Anlage für 20 000 kW[1]. — Die von der General Electric Co. in Schenectady gebaute Quecksilberdampf-Turbogenerator-Freiluftanlage für 20 000 kW wurde im Oktober in Probebetrieb genommen[2]. Das Werk wird von der New York Power & Light Comp. zur Speisung ihres Versorgungsnetzes übernommen werden und soll außerdem Dampf für die Fabriken der GEC liefern.

Versorgung Mecklenburgs durch das MEW. — Nachdem im Frühjahr 1933 der östliche Teil des Freistaates Mecklenburg-Schwerin durch den Bau einer 100 kV-Doppelleitung an das Braunkohlenkraftwerk Finkenheerd der Märkisches Elektricitätswerk AG. angeschlossen worden ist[3], hat das MEW sich entschlossen, auch den westlichen Teil des Landes durch die genannte Stromquelle direkt zu versorgen. Zu diesem Zweck wird von Perleberg, dem bisherigen Endpunkt der westlichen 100 kV-Doppelleitung des MEW, nach Hagenow-Stadt mitten in das Gebiet der früheren Landes-Elektrizitätswerke eine neue Leitung vorgetrieben. Falls die Bauarbeiten nicht durch längeren Frost behindert werden, kann damit gerechnet werden, daß die Stromlieferung aus dem neuen Umspannwerk Hagenow spätestens im Herbst 1934 beginnt.

Empfang des neuen Senders in Tegel. — Der Groß-Rundfunksender Berlin-Tegel ist, wie im Rundfunk und in der Presse bereits kurz angekündigt, am 20. XII. an Stelle des bisherigen Senders Witzleben in Betrieb genommen worden. Der neue Sender hat eine Telephonie-Trägerwellenleistung von 100 kW und bringt daher eine wesentliche Verbesserung des Empfangs. Insbesondere können die Berliner Rundfunkteilnehmer in allen Teilen Groß-Berlins mit einer Zunahme ihrer Empfangslautstärke rechnen. Nur in der unmittelbaren Umgebung des Senders Witzleben ist die Lautstärke etwas geringer geworden, da dort die Feldstärke bisher höher war als die des Tegler Senders. Das gleiche gilt für die nächste Umgebung des Senders Berlin-Osten. Damit sich die Rundfunkteilnehmer auf die neuen Empfangsverhältnisse umstellen können, bleibt der Ost-Sender noch bis zum 2. I. 1934 auf Welle 283,6 m in Betrieb. Statt mit der alten Welle von 419 m arbeitet der Tegeler Sender mit der Welle 360,6 m. Er ist bei derjenigen Einstellung der Abstimmskala des Empfängers zu empfangen, bei der vorher der Sender Mühlacker zu hören war.

Beseitigung von Rundfunkstörungen. — In den Monaten Juli bis September 1933 sind von der Deutschen Reichspost insgesamt 38 000 Störungen des Rundfunkempfanges erledigt worden. Von den Störungen entfielen auf Kleinmotoren und elektrische Geräte aller Art für den Haushalt, Gewerbe usw. 33,4 %, elektromedizinische Geräte 3,3 %, Hochfrequenzheilgeräte 8,9 %, Anlagen der Elektrizitätswerke 7,3 %, elektrische Bahnen 3,6 %, Störungen durch Rückkoppler 5,0 %, Fehler in der eigenen Empfangsanlage 20,1 %, atmosphärische Störungen oder Störungen aus nicht feststellbarer Ursache 18,4 %.

Günstiges Geschäft in Radiogeräten. — Im 3. Quartal dieses Jahres waren nach dem Wochenbericht des Instituts

[1] Die Beschreibung einer derartigen Anlage veröffentlichten wir z. B. in der ETZ 1932, S. 1064.
[2] Electr. Wld., N. Y., Bd. 102, S. 613.
[3] ETZ 1933, S. 162 u. 458.

Digitized by Google

für Konjunkturforschung vom 6. XII. 1933 Beschäftigung, Produktion und Absatz der Funkindustrie erheblich höher als in der gleichen Vorjahrszeit. Die Besetzung von 89,8 % der vorhandenen Arbeitsplätze im Monat Oktober bedeutet eine in den letzten Jahren nicht gekannte Höhe der Beschäftigung der Funkindustrie. Entsprechend war der Absatz höher, er belief sich in dem angegebenen Zeitabschnitt auf fast ½ Mill Empfangsgeräte gegen nur rd. 300 000 im Vorjahre. Diese günstige Entwicklung ist durch die großzügige Propaganda der Reichsregierung für Ausbreitung des Rundfunks und durch die Schaffung des Volksempfängers, von dem bekanntlich bereits die fünfte Serie in Arbeit ist, entscheidend beeinflußt. Bei der Absatzsteigerung ist zu beachten, daß sie nicht allein durch den Volksempfänger verursacht ist; auch für die anderen Geräte ist eine leichte Umsatzzunahme gegen das Vorjahr eingetreten. Verschwindend gering ist der Absatz von Batterieempfängern, der nur etwa 2 % des gesamten Geräteabsatzes ausmacht. Das wertmäßige Ergebnis war trotz eingetretener Preissenkung, namentlich im Oktober, gleichfalls besser als im Vorjahr. Während nämlich in den Monaten August und September die Steigerung gegen 1932 nur 5,7 % betrug, stellte sie sich im Monat Oktober auf rd. 24 %.

Zusammenschluß französischer Funkverbände. — Die beiden kürzlich in Frankreich unter dem Namen „Syndicat des Constructeurs Radio-Electriciens Français" und „Association des Constructeurs Français de Radio-Electricité" gegründeten Funkindustrieverbände haben sich zusammengeschlossen. Der neue Verband mit Sitz in Paris trägt den Namen „Syndicat des Constructeurs Radio-Electriciens Français".

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Satzung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker E.V.

Berichtigung*

In der in Heft 51 der ETZ (S. 1247 ··· 1249) veröffentlichten Satzung ist der abgedruckte Wortlaut durch folgende Fassungen zu ersetzen:

(Seite 1247)

§ 4 d): „Reichsdeutsche Fabrikations- und Handelsgesellschaften, soweit sie rechtsfähig sind, *die Inhaber der Einzelfirmen, soweit sie den Bedingungen unter a) entsprechen.*"

§ 4 f): „Grenz- und auslandsdeutsche Schulen *mit Rechtspersönlichkeit* und Vereine . . ."

(Seite 1248)

§ 12, 4. Absatz: „Der Führerbeirat muß mindestens 14 Tage vor der Sitzung unter Bekanntgabe der Tagesordnung *schriftlich* geladen sein."

§ 12, 7. Absatz: „Über die Verhandlungen des Führerbeirates ist eine Niederschrift aufzunehmen, die *vom Führer des Verbandes zu unterschreiben ist und* allen Mitgliedern des Führerbeirates zugesandt wird."

Arbeitsfront und Reichskammer der Technik

Vereinbarung zwischen der Reichsgemeinschaft und der Arbeitsfront*

Organisationsamt Wo./Pl. — Berlin SW 19, 14. Dezemb. 33. Märkisches Ufer 34.

Zwischen dem Organisationsamt der Deutschen Arbeitsfront und der Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit wurde vereinbart, daß die Mitglieder der der Reichsgemeinschaft angeschlossenen Verbände zwecks Erlangung ihrer Zugehörigkeit zur Deutschen Arbeitsfront die Einzelmitgliedschaft bei den örtlichen Dienststellen der N.S.B.O. erwerben können.

Der Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit gehören an:

Verein deutscher Ingenieure,
Verband Deutscher Elektrotechniker,
Verein Deutscher Eisenhüttenleute,
Deutsche Gesellschaft für Bauwesen,
Schiffbautechnische Gesellschaft,
Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute,
Automobil- und Flugtechnische Gesellschaft und
Deutsche Gesellschaft für Metallkunde.

Die bisherige korporative Mitgliedschaft dieser Vereine und Verbände zur Deutschen Arbeitsfront ist damit erloschen.

gez. Dr.-Ing. Schult, Geschäftsführender Vorsitzender der Reichsgemeinschaft d. technisch-wissenschaftlichen Arbeit.

gez. Claus Selzner, Leiter des Organisationsamtes.

Die Reichskammer der Technik*

Verbindungsstab der NSDAP — Berlin W 8, 15. Dez. 1933 Wilhelmstr. 64.

Auf Anordnung des Stellvertreters des Führers wurde Herr Dr. Todt beauftragt, die Vorbereitungen für die Bildung einer Reichskammer der Technik zu treffen. Zu seiner Unterstützung wurde ein Ausschuß gebildet, dem folgende Herren angehören:

Dr. Todt als Vorsitzender,
Dr. Schult,
Dipl.-Ing. Hoffmann,
Prof. Dr. Garbotz,
Dipl.-Ing. Seebauer und
von Oven als Beauftragter des Herrn Dipl.-Ing. Feder.

gez. Rudolf Heß.

Im Verfolg dieser Anordnung habe ich die Vorarbeiten zum organisatorischen Zusammenschluß der gesamten Technikerschaft (Architekten, Chemiker, Ingenieure) eingeleitet.

Um diesen Zusammenschluß sicherzustellen, ist es erforderlich, daß alle Volksgenossen, die für die Reichskammer der Technik in Frage kommen, sich den Weg hierzu frei halten.

Die Zusammenfassung der bestehenden Verbände ist im Gange. Die Mitglieder verbleiben zunächst, auch um zusätzliche finanzielle Belastung zu vermeiden, in ihren bisherigen Organisationen.

Das Verhältnis des einzelnen der künftigen Reichskammer angehörenden Technikers zu anderen Organisationen wird durch die Reichskammer geregelt.

Berlin, den 18. Dezember 1933.

gez. Dr. Todt.

Hiernach muß es dem Einzelnen überlassen bleiben, ob er sich der Arbeitsfront anschließen will. Der Reichsgemeinschaft erscheint es nicht nötig, diese Frage zu entscheiden, bevor die Reichskammer der Technik Gesetzeskraft erlangt hat.

Wir empfehlen hiernach unseren Mitgliedern, die weitere Entwicklung abzuwarten.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Der Geschäftsführer:
P. Schirp.

* Diese Bekanntmachungen waren bereits in einer Beilage zur Gesamtauflage von Heft 51 abgedruckt.

Digitized by Google

Bekanntmachungen.

Kennzeichnung isolierter Leitungen.

Die in ETZ 1933, Heft 39, S. 945 veröffentlichte Bekanntmachung betreffend Kennzeichnung isolierter Leitungen wird hiermit aufgehoben.

Kommission für Freileitungen.

Während in Tafel IV zu § 24 a) von VDE 0210/1930 „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V. S. F." die zulässige Zug- und Biegungsspannung von Stahlmasten bei Belastung durch Leitungsbruch mit 2000 kg/cm² festgelegt ist, hat die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft (DRG) bislang in ihren „Bahnkreuzungsvorschriften für fremde Starkstromanlagen B. K. V." nur eine Zug- und Biegungsspannung von 1800 kg/cm² zugelassen, falls keine Abnahme des Baustoffes stattfindet.

Über die Zulassung einer Zug- und Biegungsspannung von 2000 kg/cm² auch für den Fall, daß keine Abnahme des Baustoffes stattfindet, haben in der Zwischenzeit mit der DRG Verhandlungen mit dem Ergebnis stattgefunden, daß die Hauptverwaltung der DRG die Zulassung von 2000 kg/cm² ohne weitere einschränkende Bedingung mit der Neuauflage der B. K. V. zugesagt hat.

Die Hauptverwaltung der DRG hat diese Zusage jetzt, wie folgt, ergänzt:

„Da noch nicht feststeht, wann die neuen Bahnkreuzungsvorschriften für fremde Starkstromanlagen B. K. V. eingeführt werden können, sind wir damit einverstanden, daß Stahlmaste aus Flußstahl St 37 Normalgüte bei Belastung durch Leitungsbruch schon jetzt allgemein für eine zulässige Beanspruchung von 2000 kg/cm² für Zug und Biegung berechnet werden. Die Reichsbahndirektionen sind hiervon verständigt."

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:
P. Schirp.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Bekanntmachung.

Der Elektrotechnische Verein wird in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule eine Vortragsreihe über das Thema:

„Die Physik und Technik der Gasentladungen"

mit 8 Vorträgen veranstalten.

Beginn: 8. Januar 1934.

Zeit: Montag abends pünktlich 6½ bis 8 Uhr.

Preis für sämtliche Vorträge

für Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins	8 RM
für deutsche Studenten	4 „
für sonstige Teilnehmer	12 „

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Gesellschaft Frankfurt a. M. — 3. I. 1934. abds. 8 h, Saal der Kunstgewerbeschule, Neue Mainzer Str. 4: Vortrag Prof. Dr.-Ing. Heidebroek, Dresden, „Grenzen u. Ziele der Technik im neuen Staat".

PERSÖNLICHES.

Auszeichnungen. — Der Stiftungsrat der Siemens-Ring-Stiftung hat beschlossen, seine höchste Auszeichnung, den Siemens-Ring, Herrn Prof. Dr. Wolfgang Gaede, Karlsruhe, zu verleihen. Prof. Gaede hat sich hohe Verdienste besonders um die Entwicklung der Luftpumpe erworben.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

Einige Beobachtungen beim Oszillographieren.

Die in dem Aufsatz von LONČAR, ETZ 1933, S. 522, mitgeteilten Bilder, die uns die wirkliche Darstellung im Oszillogramm verglichen mit einem „Sollbild" vor Augen führen, sind ein beachtenswerter Beitrag zur Praxis des Oszillographierens. Im allgemeinen sind Trägheitserscheinungen mechanischer Oszillographen, wie auch Herr LONČAR erwähnt, bekannt. Es scheint aber weniger bekannt und deshalb erwähnenswert zu sein, wie man sich gegen diese unerwünschten Verzerrungen der Kurven zu wehren versucht hat. Besonders ZÖLLICH[1] verdanken wir Verfahren, nach denen man an Hand einiger Daten der Schleifen sich über ihre Fehler unterrichten kann. Es empfiehlt sich, vor der eigentlichen Aufnahme mit noch unerprobten Schleifen die Schleifen selbst zu untersuchen. Dazu genügen zwei bis drei Oszillogramme bei konstantem Schleifenstrom und verschiedenen Frequenzen. Aus der von ZÖLLICH angegebenen Fluchttafel gewinnt man genügend genau die Werte des Dämpfungsgrades α und der tatsächlichen Eigenfrequenz ν_0. Auch die Größe des Überschwingens ist damit bekannt. Mit diesen Daten kann man recht gut voraussagen, wieweit der Vorgang getreu wiedergegeben wird, oder ob es sich empfiehlt, die Dämpfung der Schleife zu ändern oder eine Schleife mit höherer Eigenfrequenz zu nehmen. Bei günstigster Dämpfung kann man die Schleife bis zum rund 0,4fachen der Eigenfrequenz benutzen und erhält erst einen Fehler des Ausschlages von 1 %. Wie man sieht, ist die Frequenz der Grundwelle nebensächlich. Leider geben die von den Firmen mitgeteilten Eigenfrequenzen in Luft nur ein ganz ungefähres Bild. Die tatsächliche Eigenfrequenz und besonders die Dämpfung sind von der Beschaffenheit des Dämpfungsöles abhängig[2].

Dresden, 1. VI. 1933. Herbert Kind.

Erwiderung.

Es freut mich, daß mein kleiner Beitrag zu dem so vielseitig erforschten Gebiet der Oszillographie Interesse hervorgerufen hat und daß Herr KIND meine Oszillogramme beachtenswert findet. Ich kann selbstverständlich nichts dagegen haben, wenn als Hinfügung in Anknüpfung an meine Arbeit Verfahren zur Untersuchung der Oszillographen-Meßschleifen auf ihre Fehler usw. erwähnt werden, obwohl dies eigentlich den Rahmen meines rein experimentellen Beitrages überschreitet. Nur einige Worte als Hinfügung meinerseits seien mir gestattet. Die Verfahren, aus den durch Vorversuche erschlossenen Eigenschaften der registrierenden Organe auf die Trägheitsfehler bei Registrierungen verschiedener Kurven zu schließen, haben praktisch in der Oszillographie viel an Interesse verloren, seitdem man in den neuesten, äußerst bequemen und leistungsfähigen Glühkathoden-Oszillographenröhren ein weit weniger umständliches Mittel besitzt, welches Trägheitsprobleme sogar in schwierigen Fällen (wie gerade Gegenüberstellung der zuerst in meiner Arbeit gebrachten Oszillogramme zeigt) radikal auszuschalten gestattet. Die erstaunlich guten Oszillogramme, die ich in allerletzten Tagen mittels einer deutschen Röhre neuester Konstruktion bekomme, haben mich in dieser Überzeugung befestigt. Aber auch abgesehen von Umständlichkeit ergab selbst das in Abb. 16 der Arbeit von ZÖLLICH[3] gebrachte, verhältnismäßig einfache Beispiel gerade an interessantesten Stellen, und zwar im Bereiche zwischen Abszissen + 6 und + 9, nur eine rohe Annäherung des ursprünglichen (infolge Trägheit falsch registrierten) Kurvenzuges an die richtige Kurve. An eine erfolgreiche Behandlung viel schwierigerer Fälle wäre wohl praktisch kaum zu denken, wobei zu beachten ist, daß in den Oszillogrammen gewöhnlich gerade die Feinheiten von Interesse sind. Ich unterlasse es mit Rücksicht

[1] Zöllich, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 1920, S. 42.
[2] Geyger u. Scheel, Handbuch der Physik Bd. 16, S. 328. Versuche von Schering.
[3] Zöllich, Wissenschaftl. Veröff. Siemens-Konz. 1920, S. 62.

Digitized by Google

auf den verfügbaren Raum, einige andere Gesichtspunkte zum angeschnittenen Thema zu berühren. Ich verweise nur noch auf den Umstand, daß beim Wettkampf zwischen Kathodenstrahlröhre mit Glühkathode und mechanischen Oszillographensystemen nicht nur Trägheitsfragen, sondern auch Preisfrage und ähnliche Momente eine große Rolle spielen werden. Natürlich möchte ich dabei keinesfalls einige (übrigens in Neukonstruktionen immer mehr verschwindende) Schwächen der Kathodenstrahlröhren verschweigen und auch nicht gewisse Vorteile des Arbeitens mit Oszillographenschleifen übergehen.

Zagreb (Agram), 7. VII. 1933. Dr. Jos. Lončar.

Koronaverluste bei hoher Gleichspannung.

Am Schluß des obigen Aufsatzes der Herren MARX und GÖSCHEL in der ETZ 1933, S. 1113, ist der Hoffnung Ausdruck gegeben, daß recht bald von verschiedenen Stellen Messungen mit hohen Gleichspannungen über die Koronaverluste und auch das Verhalten der Isolatoren durchgeführt werden. Es sei daher mitgeteilt, daß solche Untersuchungen bereits seit längerer Zeit im Institut für Starkstrom- und Hochspannungstechnik der T. H. Dresden im Gange sind. An den in der Halle gespannten Seilen hat Herr Dipl.-Ing. KÜHN ähnliche Spannungswerte für den Eintritt der Korona gefunden, wie sie in obigem Aufsatz mitgeteilt sind. Da zu erwarten war, daß für Freileitungen der Zustand der Atmosphäre (Sonnenschein, Regen, Nebel, Schnee, Reifbildung) von starkem Einfluß ist, liegt der Schwerpunkt unserer Arbeit im Studium der Vorgänge an den im Freiluftversuchsfeld vorhandenen Versuchsleitungen[1], die völlig den in der Praxis üblichen Anordnungen entsprechen. Um zu einem vollständigen Bilde zu kommen, ist es nötig, die Messungen den kommenden Winter hindurch noch fortzuführen, so daß sie dann ein volles Jahr umfassen. Die erforderliche Gleichspannung wird durch einen mechanischen Gleichrichter mit Reihenschaltung der Nadeln und auch mit Ventilen erzeugt und kann so hoch gesteigert werden, daß auch die Leitungsquerschnitte für die höchsten in Frage kommenden Übertragungspannungen erfaßbar sind.

Dresden, 23. XI. 1933. L. Binder.

Fernmessung der Eislast.

In obiger Mitteilung der ETZ 1933, S. 893, wird angegeben, wie man mit dem Entfernungsmesser eines photographischen Apparates die Dicke des Behanges einer Freileitung bei Rauhreif bestimmen kann. Dabei wird gesagt, daß man aus den Abmessungen des Behanges bei richtiger Schätzung des spezifischen Gewichtes das Behanggewicht mit genügender Genauigkeit bestimmen könne. Versuchsergebnisse und Erfahrungen haben uns gezeigt, daß das spezifische Gewicht des Rauhreif- und Eisbehanges an Freileitungen je nach der Zusammensetzung in weiten Grenzen veränderlich ist. Da nicht immer die Zusammensetzung des Behanges festgestellt oder einigermaßen richtig geschätzt werden kann, ist auch die Bestimmung des Behanggewichtes allein aus dem Durchmesser sehr unsicher. Das in dem Bericht erwähnte und in einer Versuchsanlage unserer Gesellschaft verwendete Ablesefernrohr diente ausschließlich zur Bestimmung des Behangdurchmessers, während das Gewicht durch besonders ausgebildete Waagen ermittelt wurde. So sehr es zu begrüßen ist, daß man nach dem Vorschlag von WALD den Behangdurchmesser mit einem leicht zu beschaffenden Gerät messen kann, so darf doch auf der andern Seite die Unsicherheit in der Bestimmung des Behanggewichtes auf diesem Wege nicht unterschätzt werden.

Berlin, 23. XI. 1933.

Studiengesellschaft
für Höchstspannungsanlagen e. V.
gez. Matthias.

Erwiderung.

Diese einfache Meßmethode ist hauptsächlich für die Wartung von Freileitungen bestimmt, wozu aber auch eine Beobachtung der Eislastbildung z. B. mittels Probestabs gehört[2]. Auf die Art ist es nicht schwer, die Zusammensetzung des Behanges zu verfolgen und auch jede Änderung des scheinbaren spezifischen Gewichtes rechtzeitig wahrzunehmen. Bei Verschlechterung der Witterungsverhältnisse ist es am besten, gleich mit $\gamma = 0{,}9$ zu rechnen und die Fernmessung nunmehr zur Bestimmung des gefährlichen Eislastdurchmessers zu benutzen[3]. Dementgegen haben die seinerzeitigen Beobachtungen der Studiengesellschaft bezweckt, das Eisgewicht am Ende der ganzen Eislastperiode festzustellen, für welchen Zweck eine indirekte Meßmethode nicht taugt.

Brünn, Tschechoslowakei, 13. XII. 1933.

Ing. E. Wald.

Das Schattenkreuz-Meßgerät.

Bezugnehmend auf den Aufsatz von Dr.-Ing. P. M. PFLIER in der ETZ 1933, S. 887, erlaube ich mir zu bemerken, daß ich das Meßprinzip des Schattenkreuz-Leistungsmessers schon vor 9 Jahren in der Abb. 5 meiner in Elektrotechn. u. Maschinenb. 1924, H. 21, veröffentlichten Arbeit „Ein Beitrag zur Richtungsbezeichnung in Vektordiagrammen“ angegeben habe.

Ladowitz, 5. X. 1933. H. Kafka.

Erwiderung.

Die Instrumente mit Flächenskalen und mechanischen Zeigern sind mir wohl bekannt, und ich habe im Abschnitt 2 meiner Veröffentlichung darauf hingewiesen, daß sich das neue Gerät durch den Lichtzeiger von den bekannten Ausführungen unterscheidet.

Berlin-Charlottenburg, 16. XII. 1933.

P. M. Pflier.

LITERATUR.

Besprechungen.

Der Telegraph von Gauß und Weber im Werden der elektrischen Telegraphie. Von Staatssekretär i. R. Dr.-Ing. E. h. E. Feyerabend. Mit 86 Abb. u. 21 Anl., VIII u. 221 S. in 4°. Herausg. vom Reichspostministerium, Berlin 1933. Zu bez. beim VDI-Verlag, Berlin. Preis geb. 10 RM.

Hundert Jahre sind verflossen, seit auf der ersten Betriebs-Telegraphenlinie der Welt in Göttingen Nachrichten mittels des elektrischen Stromes ausgetauscht wurden. Das Reichspostministerium hat aus diesem Anlaß eine vom Staatssekretär i. R. Dr.-Ing. E. h. Feyerabend verfaßte Denkschrift herausgegeben, um die Bedeutung der nachrichtlich wichtigen Erfindung der deutschen Gelehrten Gauß und Weber zu würdigen. Der Verfasser hat die Arbeiten der beiden Göttinger Professoren und ihre Verdienste um die elektrische Telegraphie an anderer Stelle dieser Zeitschrift[1] geschildert. Die Denkschrift enthält eine noch eingehendere Darstellung des Lebenswerks beider Forscher und liefert den Nachweis, daß Gauß und Weber als Erfinder des elektrischen Telegraphen anzusehen sind. Der Verfasser behandelt den Apparat von 1833 jedoch nicht als Einzelerscheinung, sondern untersucht auch die Zeitverhältnisse, aus denen heraus er geboren wurde. Die Denkschrift macht uns mit den Vorläufern von Gauß und Weber, mit ihren Wettbewerbern und Nachfolgern bekannt. Einem ausführlichen Lebenslaufe der Forscher, der von vorzüglichen ganzseitigen Lichtdrucken ihrer Person begleitet ist, folgt jedesmal eine Darstellung ihrer wichtigsten Schöpfungen auf dem Gebiete der Schnellnachrichtentechnik. Zahlreiche Abbildungen erläutern die Einrichtung und Entwicklung der verschiedenen Apparate. Ausgehend von der optischen Telegraphie lernen wir die Verdienste von Soemmering, Schilling von Cannstadt, Ohm, Cooke, Wheatstone und Werner von Siemens kennen. Besonders ausführlich werden die Arbeiten Morses behandelt, der behauptet, den ersten Plan zu einem elektrischen Fernschreiber bereits 1832, also vor Gauß und Weber, gefaßt zu haben. Demgegenüber wird darauf hingewiesen, daß das Morsesystem den Beweis seiner Brauchbarkeit erst im Jahre 1844 im Betrieb erbracht hat, während Gauß und Weber bereits seit 1833 betriebsmäßig Nachrichten übermittelten. Morse hat zwar eine bestimmte Ausführungsform des elektrischen Telegraphen, die sich später allen andern überlegen erwies, erfunden, aber nicht den elektrischen Telegraphen überhaupt; dessen Wiege stand in Deutschland.

Die Denkschrift bringt ferner eine erschöpfende geschichtliche Darstellung der Einführung der elektrischen Telegraphie in Preußen und in den übrigen großen deutschen Ländern. Ein Abschnitt mit „Erinnerungen alter Telegraphenbeamten aus den ersten Jahren des Bestehens

[1] Vgl. ETZ 1926, S. 959.
[2] E. Wald, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 24, H. 25 (1933).
[3] Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 23, S. 685 (1932).

[1] ETZ 1933, S. 1109.

Digitized by Google

der elektrischen Telegraphie" und eine „Zeittafel des Werdens der elektrischen Telegraphie" beschließen das Werk.

Man muß dem Verfasser dankbar sein, daß er seine Untersuchungen auf die ganze Frühzeit der elektrischen Telegraphie ausgedehnt hat, daß er das Ergebnis seiner gründlichen Forschung in einer so fesselnden, klaren und ansprechenden Weise wiedergibt und daß er in den Anlagen, die fast ein Drittel der Denkschrift ausmachen, eine Fülle von Schriftsätzen und Briefen zum Teil erstmalig veröffentlicht, die für die Entwicklung der deutschen Telegraphie von grundlegender Bedeutung sind. Diese wichtigen Urkunden, die in verschiedenen Archiven schlummern, teilweise auch schwer zugänglich sind, werden dadurch der Vergessenheit entrissen und der allgemeinen Forschung zugänglich.

Es mag überflüssig erscheinen, zu erwähnen, daß Papier, Druck und Abbildungen vorzüglich sind und daß das Werk auch in ein ansprechendes Gewand gekleidet ist.

Die Denkschrift unterrichtet erschöpfend über die Zusammenhänge der Telegraphentechnik vor hundert Jahren und ist nicht nur für Forscher, Techniker und Telegraphenbeamte, sondern auch für jeden, der die Anfänge der Telegraphie kennenlernen will, wertvoll und unentbehrlich. A. Kunert.

Wärmelehre und Wärmewirtschaft. Bd. 1: Wärmelehre, 1. Aufl. Von Stud.-Rat Dipl.-Ing. K. Wetjen und Oberlehrer Ing. H. Kedenburg. Mit 143 Abb. u. 97 Rechnungsbeispielen, XI u. 343 S. in 8°. V.D.S.-Verlag, Hamburg 1932. Preis geb. 10,50 RM.

Es handelt sich um ein zweibändiges Werk, von dem jetzt der erste Band: „Wärmelehre" erschienen ist. Die Verfasser haben sich zur Aufgabe gestellt, in leichtverständlicher Form die wichtigsten Gesetze und Regeln der Wärmelehre zu behandeln und zu erläutern, so daß sie für den in einer Wärmekraftanlage tätigen Betriebsingenieur ein leichtes und sicheres Verwenden bei betriebsmäßigen Rechnungen ermöglichen. Theoretisch-wissenschaftliche Ableitungen der Gesetze der Wärmetheorie sind grundsätzlich vermieden. Dieses ist aber im vorliegenden Falle durchaus nicht als Mangel zu empfinden, sondern macht das Buch gerade für seine durch die Verfasser angegebene Zweckbestimmung, dem praktischen Wärmeingenieur zu dienen, besonders wertvoll.

Das Buch behandelt ausführlich und dennoch übersichtlich alle Hauptgebiete der Wärmelehre, die für den Betriebsingenieur von Wärmekraftanlagen in Frage kommen. Bei Büchern ähnlicher Art wird es immer als ein Mangel empfunden, daß meist nur die eigentliche Dampf- und Gastheorie gebracht wird, so daß für naheliegende Gebiete, wie feuerungstechnisches Rechnen, Strömungslehre und Wärmeaustauschgesetze, wieder besondere Bücher anzuschaffen sind. Wenn die Verfasser des vorliegenden Buches bei einzelnen Gebieten sich nur auf die wichtigsten Formeln beschränkt haben, so ist doch alles enthalten, was in normalen Fällen zur praktischen Behandlung von wärmetechnischen Vorgängen notwendig ist. Die den einzelnen Abschnitten angefügten einfachen Beispiele über die Anwendung der Formeln fördern das Verständnis für den, der sich mit der Wärmetheorie vertraut machen will.

Wünschenswert wäre es gewesen, wenn den im Anhang angegebenen Tabellen noch verschiedene andere, die in der Praxis zu raschen Rechnungen häufig gebraucht werden, angefügt worden wären. Zu erwähnen wären z. B. Umrechnungstabellen der metrischen und Wärmemaße in andere Maßsysteme, ein Vergleich mit den englischen Maßeinheiten für Arbeit und Leistung, eine Dampftabelle bis etwa 30 at. Es würde dadurch beim Gebrauch des Buches erspart, zu jeder einfachen Rechnung immer noch andere Bücher, in denen die Tabellen enthalten sind, zu Hilfe nehmen zu müssen.

Durch die Art der Zusammenfassung der für den praktischen Betrieb in Frage kommenden Gesetze der ganzen Wärmelehre bildet das Buch eine begrüßenswerte Bereicherung der auf diesem Gebiete bereits vorhandenen Literatur und ist auch durch die verständliche Darstellung der Formeln zum Selbststudium der Wärmelehre besonders geeignet. A. Bachmair.

Memento d'Électrotechnique. Bd. 1: Électricité et Magnétisme. Formules et Tables, Lois Fondamentales, Mesures, Constantes. Von Prof. A. Curchod. Mit 182 Abb., XVI u. 526 S. in 8°. Verlag Dunod, Paris 1932. Preis geh. 90 Fr., geb. 99 Fr.

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um ein Nachschlagewerk, das das Gesamtgebiet der Elektrotechnik und ihrer praktischen Anwendungen umfassen wird. Der vorliegende 1. Band behandelt die wissenschaftlichen Grundlagen. Dem Verwendungszweck entsprechend sind nur fertige Formeln, aber keine Ableitungen gegeben. Zahlreiche Literaturnachweise erleichtern das Aufsuchen der einschlägigen Spezialarbeiten. Das 1. Kap. (91 S.) enthält eine sehr reichhaltige Zusammenstellung von Formeln aus dem Gebiet der Mathematik und der Mechanik sowie Zahlentafeln. Eine zweckmäßige Neuerung stellen Tabellen über die Werte von $\sqrt{a^2+b^2}$ dar, die bei der Berechnung von Scheinwiderständen und Scheinleitwerten gute Dienste leisten. Das 2. Kap. (94 S.) ist den Größen, Einheiten und Symbolen gewidmet. Das 3. Kap. (159 S.) behandelt die elektrischen und magnetischen Erscheinungen. Der in diesem Kapitel verarbeitete Stoff ist außerordentlich umfangreich, doch scheint dem Besprecher die Art der Einteilung nicht ganz glücklich. Das 4. Kap. (113 S.) ist den Messungen gewidmet. Nach der Besprechung der Meßfehler werden die wichtigsten Meßgeräte und ihr Zubehör beschrieben. Anschließend sind die verschiedenen Meßverfahren behandelt, wobei an den in Betracht kommenden Stellen die Messungen bei Hochfrequenz besondere Berücksichtigung finden. Das 5. Kap. (56 S.) behandelt die Eigenschaften der in der Elektrotechnik verwendeten Leitungs- und Isoliermaterialien, die dielektrischen Eigenschaften der Gase und die Eigenschaften magnetischer Körper. Ein ausführliches Inhaltsverzeichnis beschließt den Band. Ein besonderes Sachregister ist nicht vorhanden. Das Werk ist für Stark- und Schwachstromtechniker sowie Physiker von größtem Wert. Die Benutzung desselben kann auch dem deutschen Leser als Hilfsmittel beim Studium der französischen Fachliteratur sehr empfohlen werden. H. Kafka.

Eingegangene Doktordissertationen.

Hellmut Bumm, Über die Möglichkeiten eisenhaltiger Lagermetalle auf Bleibasis. T. H. Berlin 1932.

Richard Fischer, Der Einfluß der Toleranzen fester Grenzlehren in der Feinmechanik. T. H. Stuttgart 1933.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Der tschechoslowakische Glühlampenmarkt. — Die Verbrauchstatistik ergab für die Zeit vom 1. VII. 1931 bis 30. VI. 1932 für die Tschechoslowakei einen Jahresverbrauch von 5 227 710 Stück elektrischer Glühlampen. Dazu kommen aber noch Speziallampen mit 2 247 290 Stück und gegen 200 000 Stück Radioröhren. Der gesamte Jahresverbrauch kann also zu etwa 7,7 Mill Stück gerechnet werden.

Bemerkenswert ist, daß laut Ein- und Ausfuhrstatistik der größere Teil des Inlandsbedarfes durch die Einfuhr gedeckt wird. Dabei werden aber derartige Mengen Glühlampen aus der Tschechoslowakei ausgeführt, daß der heimische Verbrauch unter Umständen durch die inländische Erzeugung gedeckt werden könnte. Bei den normalen Glühlampen verhalten sich die Preise der ausgeführten zu denen der eingeführten Ware wie 2 : 3, bei den Taschenlampen wie 1 : 2. Im Jahre 1932 hat sich die Einfuhr um etwa 550 000 Stück, die Ausfuhr für das gleiche Jahr um 1 700 000 Stück vermindert. Dagegen konnte die Ausfuhr von Glühbirnen für Taschenlampen um rd. 500 000 Stück erhöht werden, während die Einfuhr um rd. 300 000 Stück abnahm.

Zwischen den kartellierten, zumeist ausländischen Glühlampenfabriken und den einheimischen, nicht kartellierten Fabriken besteht ein scharfer Wettbewerb. Die letzteren dürften etwa 2000, die kartellierten Fabriken etwas weniger Arbeitnehmer beschäftigen.

Durch die Einführung der Glühlampensteuer in diesem Jahre dürften sich eine Reihe von Veränderungen in der Erzeugung und im Verbrauch der Glühlampen ergeben. Das betreffende Gesetz sieht nämlich eine Besteuerung von etwa 20 % auf die Bruttopreise oder etwa 20 Pf pro Lampeneinheit vor. Im Gegensatz zur deutschen Leuchtmittelsteuer werden in diesem Gesetz auch Glühlampen für die Kleinbeleuchtung, also Taschen-, Auto- und Zwerglampen, für die Besteuerung erfaßt, und zwar im Durchschnitt mit etwa 3 Pf je Stück. Das jährliche Ergebnis der Steuer, die bedauerlicherweise die anderen Leuchtmittel (Gas, Petroleum, Azetylen) freiläßt, wird auf etwa 1,5 Mill RM veranschlagt, dürfte aber (wenigstens für den Anfang) diesen Betrag schwerlich erreichen.

G. W. M.

Abschluß des Heftes: 20. Dezember 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

U-Rohr-Stromwandler Form AP.

Mitteilung der AEG.

Die Wünsche der Elektrizitätswerke und der Industrie, in ihren Hochspannungsanlagen nach Möglichkeit nur öl- und massefreie Geräte zu verwenden, veranlaßten die AEG, neben den Stab- und Doppeldurchführung-Stromwandlern, bei denen weder Öl noch Masse zur Isolation verwendet werden, auch Topfstromwandler (Abb. 1) mit reiner Porzellan-Isolation zu entwickeln. Auf Grund der guten Betriebserfahrungen, die mit den Doppeldurchführung-Stromwandlern ADP (früher Ds) gemacht wurden, lag es nahe, diese Bauart bei der Konstruktion der Topfstromwandler weitgehend zu verwenden.

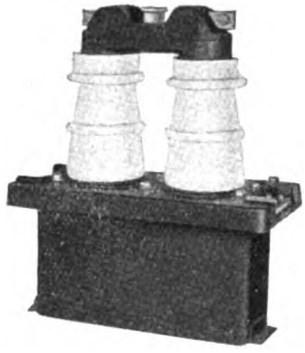


Abb. 1.
U-Rohr-Stromwandler, Form AP, Reihe 20.

An Stelle der Porzellan-Isolatoren der Doppeldurchführung-Stromwandler tritt ein einteiliges U-förmiges Porzellanrohr (Abb. 2), durch das die Primärwicklung in einer oder mehreren Windungen geführt wird. Die Anordnung des Kernes und der Sekundärwicklung ist in Abb. 3 wiedergegeben; es wird ausschließlich Porzellan zur Isolierung verwendet. Die Enden des Isolierrohres sind in Form von Stützisolatoren ausgebildet und durch eine kräftige Kappe verbunden, die den stärksten dynamischen Beanspruchungen gewachsen ist. An die Kappe sind die Enden der Primärwicklung geführt. Parallel zu den Primäranschlüssen ist ein niedrigohmiger Schutzwiderstand gelegt, der den Wandler vor Beschädigung durch Wanderwellen schützt.

Kern und Sekundärwicklung werden von einem rechteckigen Gehäuse umschlossen, das durch eine Silumin-Gußplatte mit dem Porzellanrohr verbunden ist. Die Gußplatte trägt die Erdungsschraube und die Sekundärklemmen, die durch eine plombierbare Schutzkappe abgedeckt sind.

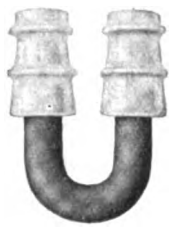


Abb. 2. U-Rohr des Topfstromwandlers, Form AP, Reihe 20.

Die U-Rohr-Stromwandler haben in der normalen Ausführung folgende Festigkeit:

Dyn 250, d. h. die Wandler halten einen Stoßkurzschlußstrom aus, dessen Amplitude das 250fache der Amplitude des Nennstromes ist.

Therm 100, d. h. die Wandler halten während 1 s einen Dauerkurzschlußstrom vom 100fachen Betrag des Nennstromes aus.

Sollten an der Einbaustelle der Wandler noch höhere Kurzschlußströme auftreten, so kann die Festigkeit der Wandler noch weiter gesteigert werden. Man braucht nur die Primärwindungen zu vermindern, um bei gegebenem Porzellanrohr-Durchmesser die Verstärkung des Primärleiters zu ermöglichen. Die dadurch bedingte Herabsetzung der Leistung wird durch Wahl eines größeren Eisenquerschnittes (Ausführung b oder c) ausgeglichen.

Die Wandler AP werden für Primärnennströme von 5 ... 600 A hergestellt. Der sekundäre Nennstrom beträgt gewöhnlich 5 A. Auf Wunsch können die Wandler auch für andere sekundäre Nennströme ausgeführt werden. Sie sind mit einem oder zwei Kernen in Klasse 0,5; 1 oder 3 in gewöhnlicher oder verstärkter Ausführung lieferbar. In der Einkern-Ausführung werden sie für folgende Leistungen hergestellt:

Klasse 0,5: 15 oder 30 oder 45 VA,
„ 1: 30 „ 60 „ 90 „
„ 3: 90 „ 180 „ 270 „

Bei der üblichen Zweikernausführung erhält jeder Kern die Leistung der Ausführung a. Abmessungen und Gewichte entsprechen der Ausführung b.

Bei der Normalausführung der Wandler ist die Primärwicklung so bemessen, daß sie mit dem 1,2fachen Nennstrom dauernd und mit dem 1,5fachen Nennstrom 15 min überlastet werden kann. Auf Wunsch kann sie für eine Dauerüberlastung von 50 ... 100% ausgelegt werden. Diese Forderung muß zuweilen beim Einbau der Wandler in Ringnetze gestellt werden.

Außer für den Anschluß von Meßgeräten und Zählern sind die Wandler AP zum Anschluß aller Relais arten geeignet. Die Wandlerkerne werden aus

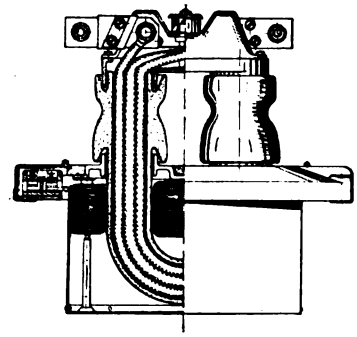


Abb. 3. Schnitt des U-Rohr-Topfstromwandlers, Form AP, Reihe 10.

Siliziumeisen hergestellt, wodurch eine genaue Übersetzung auch noch bei hohen Überströmen erzielt wird (Überstromziffer 15 ... 20 je nach Größe der Bürde). Die Auswahl der Wandler richtet sich, abgesehen von den Kurzschlußbedingungen, lediglich nach der durch den Anschluß der Relais und Meßgeräte bedingten Leistungsabgabe in der entsprechenden Klasse.

Bei Stromdifferentialrelais älterer Ausführung ist eine Abgleichung der Wandler bis zu den höchsten am Einbauort auftretenden Strömen erforderlich. Bei neuzeitlichen Stromdifferentialrelais, z. B. bei solchen mit Haltewicklung, sind Abweichungen der Überstromkennlinien untereinander bis zu 30% zulässig. Hier können normale Wandler ohne Abgleichung verwendet werden.

Beim Erdschlußschutz müssen die Wandler im Gebiet unter 5 A hinsichtlich Fehlerstrom und Fehlwinkel übereinstimmen. Es empfiehlt sich, die Wandler untereinander so abzugleichen, daß bis zum doppelten Nennstrom der Falschstrom in der Summenstromleitung nach Möglichkeit nicht über 2‰ des Sekundärstromes steigt.

Die AP-Wandler werden nur für Innenraum, und zwar für Reihe 10 ... 30 ausgeführt und können in jeder beliebigen Lage angebracht werden. Auf Wunsch werden sie mit einer Umschaltvorrichtung geliefert, die eine Änderung des primären Meßbereiches im Verhältnis von 1 : 2 gestattet. Im übrigen entsprechen die U-Rohr-Stromwandler in jeder Hinsicht den Vorschriften des VDE über Stromwandler (REW 1932); in verschiedenen Punkten gehen sie sogar darüber hinaus.

Digitized by Google

Junger Physiker,

Dr.-Ing.,

Hochschulassistent in ungekündigter Stellung, erfahren in Hochspannung und Lichtelektrizität, sucht baldigst ausbaufähige Stellung. Frdl. Angebote unter **E. 3857** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Kabelingenieur

(Physiker)

umfassende Kenntnisse auf dem Gebiet der **Schwachstrom-** und **Starkstrom-Kabel,** insbesondere in Theorie u. Praxis der

Fernkabeltelephonie

mehrjährige praktische Erfahrungen u. genaue Kenntnis des einschlägigen **Patentgebiets,** französische und englische Sprachkenntnisse, sucht neuen Wirkungskreis. Angebote unter **E. 3863** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W9, erb.

Jüngerer

Elektroingenieur

gesucht. Bevorzugt wird eine Kraft, die mit der Starkstrombeleuchtung im Bergbau unter Tage vertraut ist. Offerte mit Zeugnisabschriften u. Gehaltsanspr. erbeten u. **E. 3856** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Chef-Konstrukteur

mit reichen Erfahrung. und Ideen von größ. Berliner Radiofirma für sofort gesucht. Nur erste Kräfte finden Berücksichtigung. Zuschriften u. **E. 3858** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W9, erbet.

Äußerst leistungsfähige Spezialfabrik elektr. Schaltgeräte

vergibt für die Plätze **Köln, Erfurt, Cassel, Detmold, Trier, Münster, Königsberg, Stettin, Brandenburg** und **Remscheid** die **Generalvertretung** ihrer Erzeugnisse an einen erfahrenen, bei der in Frage kommenden Kundschaft bestens eingeführten Herrn.
Angebote nur von Herren, die vorstehende Bedingungen erfüllen, erbeten unter **E. 3861** an die Anzeigen-Abteil. der ETZ, Berlin W 9.

Bekannte Spezialfabrik für

Anlaß-, Schalt- u. Steuergeräte

vergibt

General-Vertretung

für **Köln, Duisburg, Stuttgart.**

Angebote unter **E. 3860** an die Anz.-Abteilung der ETZ, Berlin W9, erbeten.

Größeres kommunales **Elektrizitätswerk**

Westdeutschlands mit eigener Erzeugung und teilweisem Strombezug, mit modernen Kessel-, Maschinen- und Schaltanlagen, **sucht** für die

technische Leitung und Ueberwachung des Gesamtbetriebes

(Erzeugung und Verteilung) einen **tüchtigen Fachmann** mit abgeschlossener theoretischer Vorbildung und umfassenden praktischen Erfahrungen als

Oberingenieur

Besoldung erfolgt auf Grund der Preuß. Besoldungsordnung. Nur energische und zielbewußte Nationalsozialisten, die den Bedingungen voll entsprechen, wollen Gesuche mit Lebenslauf, Zeugnisabschr., Lichtbild und Angabe des früh. Eintrittstermins unt. **A. 26 808/E. 3855** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W9, richten.

Magnetspulen

wird der Fachmann nur aus der Spezialfabrik beziehen.
Moderne Spezialmaschinen, größte Arbeitsteilung, scharfe Kontrollen verbürgen erstklassige Qualität und vorteilhafte Preise.
Bitte fordern Sie meine ausführlichen Druckschriften

WILHELM BINDER, VILLINGEN Schw 28

Maschinen u. Elektroapparatefabrik

Für das Maschinenbauressort der Marinewerft Wilhelmshaven wird zum sofortigen Dienstantritt ein **Techniker** gesucht. Bezahlung nach Verg. Gr. VII des Reichsangestellten-Tarifvertrages. Die Bewerber müssen folgenden Bedingungen entsprechen: Abgeschlossene technische Mittelschulbildung Fachrichtung „Elektrotechnik", mindestens 3jährige Praxis als Projekteur auf dem Gebiete elektr. Starkstromanlagen auf Handelsschiffen, gründliche Kenntnis der H. N. A.- und Germ. Lloyd-Vorschriften, Schriftgewandtheit. In Frage kommen nur national durchaus zuverlässige Bewerber. Den Gesuchen sind Lebenslauf, Lichtbild, Führungszeugnis und ein Nachweis über arische Abstammung des Bewerbers (bei Verheirateten auch der Ehefrau) beizufügen. Angebote an das

Arbeiteramt der Marinewerft Wilhelmshaven. [3862]

Existenz f. Elektrofachmann, 50% akt. Betlg. m. ca. 10 Mille, Ankauf gut eingef. Masch.-Repar.-Wks. i. südd. Gr.-Stadt. Ang. a. d. Mitteilhbr. u. **E. 3859** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W9, erb.

Elektrotechnische Fabrik Westdeutschlands sucht zwecks Aufnahme der Fabrikation von

Dreh- und Kippschaltern

Anschluß an Schalterfabrik evtl. Kauf guter VDE-Konstruktionen. — Zuschriften erbeten unt. **E. 3839** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

CuFS

Elektrotechnische Installations-Materialien

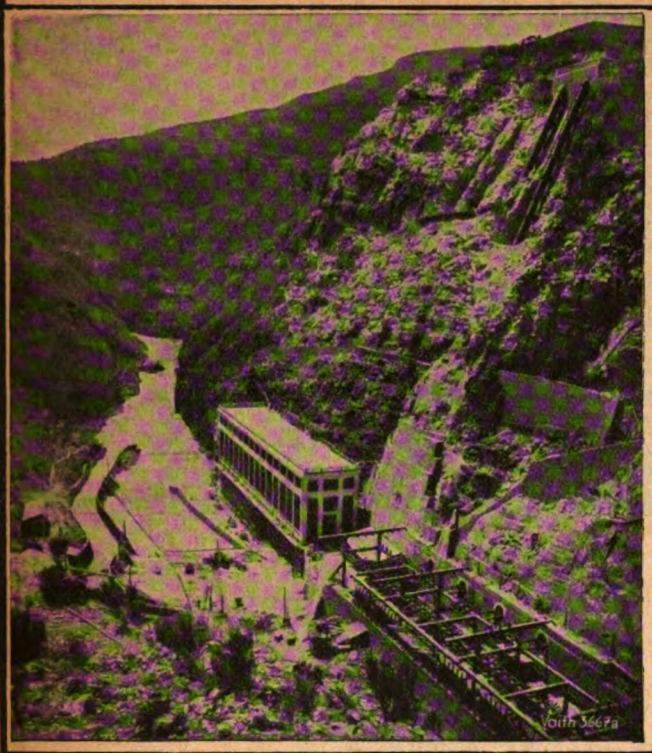
Messing-Spritzguß
Messing-Preßteile

Dreh- u. Stanzteile
Bakelite-Preßteile

C. u. F. Schlothauer G. m. b. H.
Ruhla, Thüringen

Digitized by Google

Voith-Wasserkraftanlagen



Wasserturbinen
Speicherpumpen
Eisenwasserbauten
Abschlußorgane
Rohrleitungen
Voith-Schneider-Schiffsantriebe

Wir haben bis heute weit über 11 000 Turbinen mit einer Gesamtleistung von nahezu 8 Millionen PS geliefert!

Das Bild zeigt eine mit Voith-Hochgefällspiralturbinen ausgerüstete Großkraftanlage in Spanien.

J. M. Voith, Maschinenfabriken, Heidenheim (Brenz), Württ. u. St. Pölten, N.-Ö.

Ortsfeste Akkumulatoren aller Art

Großleistungs-Batterien in Steinzeugkasten

auf Steinzeuguntersätzen

ACCUMULATOREN-FABRIK WILHELM HAGEN G.M.B.H. SOEST

Luftschutz-Feueralarm

nur durch

Kobold Sirenen

Georgii Elektro-Motoren-Apparatebau Aktiengesellschaft **Stuttgart-O 2**

Fernruf 40724, 40041 / Drahtanschrift Georgiimotoren

Monasbestdraht

asbestisolierter Draht nach neuartigem Verfahren für höchste Hitzebeständigkeit, etwa 600°.

Monasbestdrähte finden Verwendung als

Dynamodrähte bei stoßweise stark beanspruchten Maschinen, Lasthebemagneten, Schaltschützen usw. Die Drähte werden hergestellt von 0,5 mm ⌀ bis 45 qmm mit einer Isolationszunahme von 0,15 bis 1 mm.

Asbestdrähte und Litzen für elektrische Öfen, Herde, Heizplatten usw.

Asbestspezialkabel für thermisch hoch beanspruchte Anlagen.

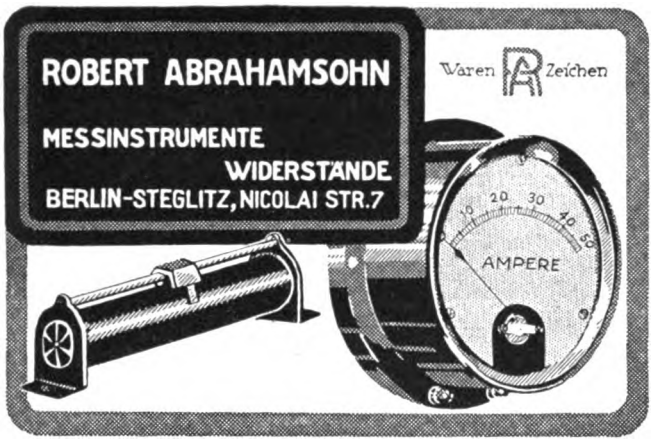
Asbestheiz- und Widerstandskordeln für Heizkissen.

Verlangen Sie unsere Druckschriften „E". **Vertreter gesucht.**

MONETTE-Asbestdraht G.m.b.H.

BERLIN-STRALAU, Alt-Stralau 4

Digitized by Google



nur Qualität überzeugt!

HSH Werbedrucksachen

Buchdruck Offsetdruck
Tiefdruck Wertpapierdruck
Klischeeanstalt

werden nach diesem Grundsatz gestaltet. Auch Ihre Werbemittel müssen überzeugend wirken und in der Ausführung dem Qualitätsbegriff Ehre machen; sie sollen Erfolg bringen. Der Erfolg ist aber zweifelhaft, wenn durch billigen Einkauf die gebotene Leistung unzureichend ist. Sie sollten das heute doppelt bedenken. Lassen Sie sich vor jeder Auftragserteilung von uns Angebot machen. Wir drucken Werbesachen, Kataloge und Preislisten in neuen Formen mittels der gebräuchlichsten Verfahren.

H.S.HERMANN GMBH
Berlin SW19 Beuthstraße 8 A 6 Merkur 2445-49

ETZ-ANZEIGER

Vorschriftsmäßige **Aushänge- u. Warnungsplakate** des Verbandes Deutscher Elektrotechniker
J. ED. WUNDERLE
Mainz-Kastel
Man verlange Katalog

Diagramm-rollen Streifen, Scheiben
Endlos-formulare druckt
DIAGRAMM-HALBACH
Dortmund-Hörde

Nürnberger Metallätzwerk
Lessinger & Heymann, Nürnberg-S
Firmen- u. Leistungsschilder
für Maschinen Apparate
sowie Skalen und Zifferblätter

Rechenschieber für Propaganda
Leichtbau — biegsam — f. d. Tasche
Einzelpreis RM 1,60
Elektropraktikus, Eltwerk: RM 2,60
Prosp. u. Anleitung gratis
DR.-ING. SEEHASE
BERLIN SO 36

FABRIKZEICHEN

Hausanschlußsicherung
Zählerbefestigungstafeln
Steckvorrichtungen
Schaltgeräte
BUMKE & Co.
G. m. b. H.
Braunschweig, Rebenstr. 5

HOLLANDISCHE DRAHT- und KABELWERKE A. G.
AMSTERDAM
DRAKA
Gummi-isolierte Leitungen aller Art.

KROGSGAARD & BECKER
Hamburg 30
Spezialfabrik elektr. Schaltapparate
gegr. 1883 KUB liefert:
Zellenschalter, Kurbelschalter, Handradschalter bis 3000 A.
Selbstausschalter, Hebelschalter bis 5000 A.

C. & F. SCHLOTHAUER
G. m. b. H.
Ruhla (Thür.)
Spezialfabrik elektrotechnischer Installationsmaterialien

Fein-Fabrikate
C. & E. FEIN, STUTTGART
Erste Spezialfabrik für Elektrowerkzeuge
Gegr. 1867

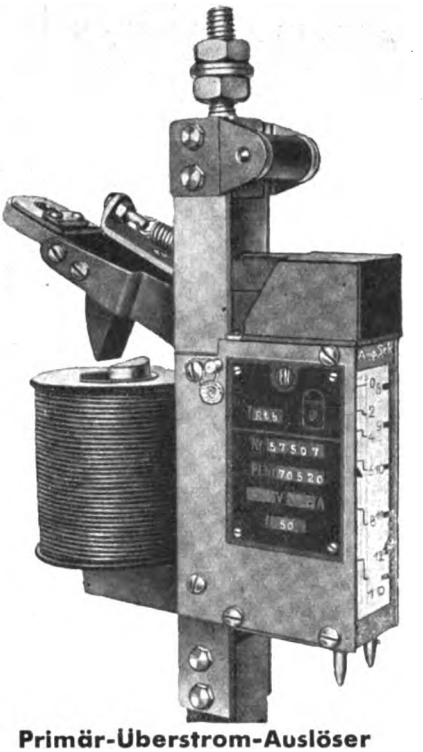
Digitized by Google

In die moderne Anlage – moderne Primär-Auslöser als Überstromschutz

für direkten Aufbau auf die Ölschalter

Kurzschlußfest
entsprechend den REH 1929

mit abhängiger,
begrenzt abhängiger oder
unabhängiger Zeitverzögerung



Primär-Überstrom-Auslöser
mit begrenzt abhängiger Charakteristik

E. NEUMANN HOCHSPANNUNGS-APPARATE, G. M. B. H.
Berlin-Charlottenburg 5, Spandauer Str. 10a – 11

Betriebsstunden-Rechnung
ermittelt durch Zeitzähler Type ZZ

PAUL FIRCHOW NACHFGR. BERLIN SW 61
Apparate- und Uhrenfabrik * Aktiengesellschaft

Digitized by Google

Neuer gußgekapselter

Motor-Schutzschalter

mit Bimetallauslösern

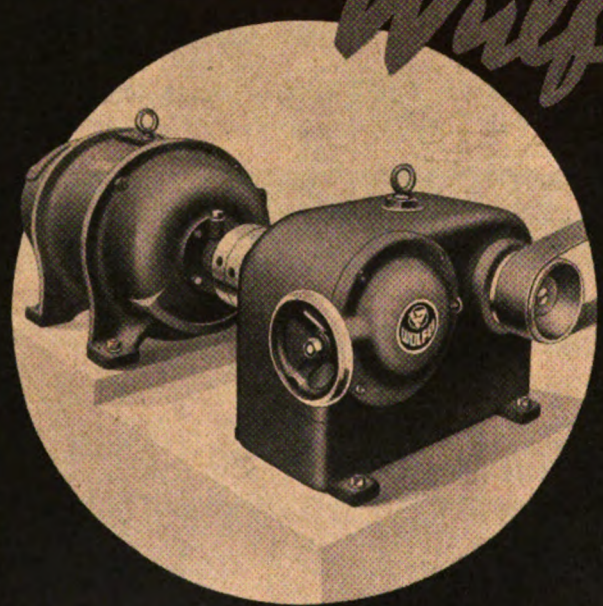
Form HMB

„RHEOSTAT" Specialfabrik elektr. Apparate
Edmund Kussi GmbH, Dresden N 23

Höchstleistung Ihrer Arbeitsmaschinen

DURCH DAS NEUE *Wülfel*-ÖL-GETRIEBE

ZUR STUFENLOSEN DREHZAHLREGLUNG
D. R. P. UND AUSLANDS-PATENTE ANGEMELDET.

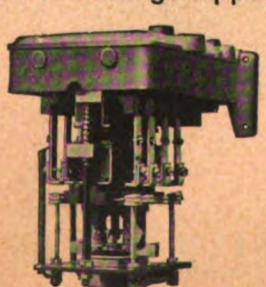


STOSSFREIES REGELN DER DREHZAHL UNTER LAST **VOM STILLSTAND BIS ZUR ANTRIEBSDREHZAHL** IN BEIDEN DREHRICHTUNGEN • NEUARTIGE LAGERUNG DER KOLBENWERKE • VERWENDUNG **GESCHLIFFENER RUNDKOLBEN OHNE** BESONDERE FÜHRUNGEN, DAHER EINFACHE KONSTRUKTION, HOHER WIRKUNGSGRAD, GROSSE UNEMPFINDLICHKEIT UND BETRIEBSSICHERHEIT • **KEINE EXZENTRISCH UMLAUFENDEN MASSEN**, DAHER ERSCHÜTTERUNGSFREIER UND RUHIGER LAUF.

EISENWERK WÜLFEL • HANNOVER-WÜLFEL

YΔ Schalter und Anlasser

als selbsttätige Apparate und für Handbetätigung mit und ohne Motorschutzeinrichtung



Regler aller Art

Gußgekapselte Anlasser

SPOHN & BURKHARDT

BLAUBEUREN

ELEKTROTECHNISCHE FABRIK

Digitized by Google

Verlangen Sie den neuen Katalog über

GLÄSIERTE
Pantohm
WIDERSTÄNDE

DRALOWID-WERK • BERLIN-PANKOW

Der zuverlässige Widerstand für die gesamte Elektro-Technik

Oxydations- und korrosionssicherer Widerstand für Belastungen bis 0,5 KVA

Pantohm-Widerstände im Apparat sind ein Zeichen für das Verantwortungsbewußtsein des Konstrukteurs

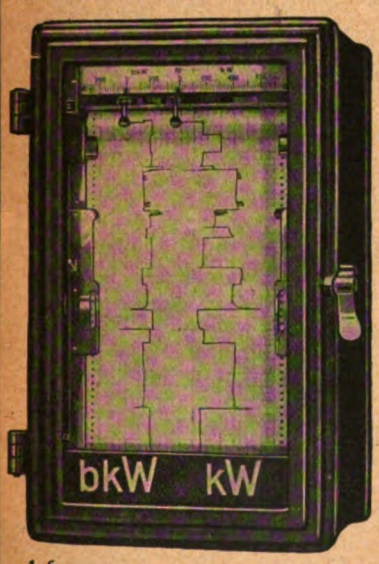
Auch in Staatsbetrieben erprobt!

DRALOWID

STEATIT-MAGNESIA-AKTIENGESELLSCHAFT

BANDSCHREIBER

große Form



1:6 Dr S G 318

mit neuer Geradführung ohne Schlitten DRP angemeldet

Kleinstmögliche Reibungsfehler

Ein- Zwei- Dreifach-Schreiber

Vereinigte Wirk- und Blindlast-Schreiber für Elektrizitätswerke — Überlandzentralen usw.

Auf Wunsch mit Dauerregistrierung **ohne Tinte** und von außen einstellbarer Strichstärke D.R.P. angemeldet

METRAWATT
Aktiengesellschaft

Fabrik elektr. Meßgeräte — Nürnberg-O 81 — Tel.-Adr. Voltmeter

Versteckte Fehler

in Maschinenwicklungen, die sonst nur durch zeitraubendes und mühsames Herumprobieren festgestellt werden können, findet man rasch durch planmäßige Untersuchung mit unseren

SIEMENS

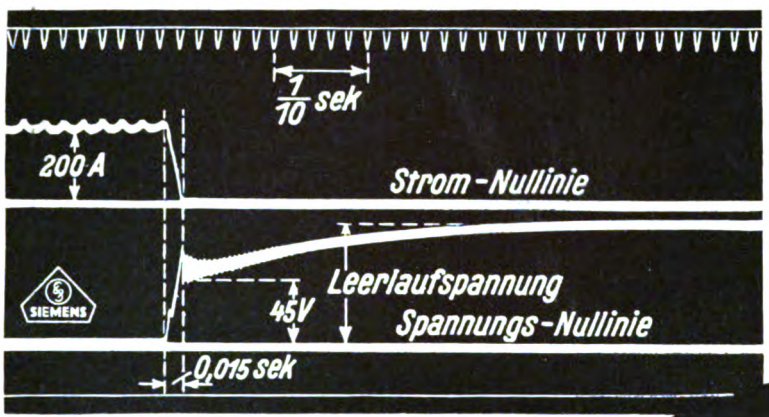
Anker-Prüfeinrichtungen

Ms 113

Digitized by Google

Beim Schweißen kommt alles darauf an

SIEMENS



wie schnell die Maschine den Zustandänderungen im Lichtbogen folgt. Das außergewöhnlich rasche Ansprechen unseres Schweißumformers LE 86 wird durch das Oszillogramm unter Beweis gestellt.

Die hervorragenden Schweißeigenschaften des LE 86, die sich aus eben dieser Eigenschaft erklären, in Verbindung mit seinen übrigen Vorzügen, wie geringes Gewicht, große Wendigkeit, einfache Bedienung und unbedingte Polsicherheit machen ihn bei allen Schweißern beliebt.

SIEMENS-SCHUCKERT

Js 5. 47

Digitized by Google

RWKS
RUHRKOHLE

Überlegene Brennleistung

und günstiger Wärmepreis haben die Ruhr-Fettkohle zur weitaus verbreitetsten Kesselkohle gemacht. Die Grundlage dieser technischen und wirtschaftlichen Sonderstellung ist ihr überlegener Heizwert (im Mittel 7600 kcal), der im Zusammenwirken mit einer hohen Brenngeschwindigkeit (18 bis 29 v. H. flüchtige Bestandteile) Höchstwerte in der Leistung der Feuerungen erreichen läßt. Die Feuerführung beansprucht keinerlei Sondermaßnahmen; auch schwierige Betriebsverhältnisse werden mühelos beherrscht. Das Backvermögen der Ruhr-Fettkohle verhindert einen nennenswerten Rostdurchfall, so daß auch unsortierte Kohlen vorteilhaft verwendet werden können.

Die Erfahrungen der wärmetechnischen Abteilungen des Syndikates und seiner Handelsgesellschaften sowie die Druckschrift „Ruhrkohle auf Rostfeuerungen" stehen kostenlos und unverbindlich zur Verfügung.

RHEINISCH-WESTFÄLISCHES KOHLEN-SYNDIKAT
ESSEN

Digitized by Google

nur 145 × 100 × 60 mm, 1,3 kg **RM 135.-**

Baby-Megger

Isolationsmesser

ein hochwertiges

Kreuzspulmeßgerät im Rocktaschenformat

Eingebaute Gleichstrom-Dynamo für 500 Volt

Direkte Anzeige unabhängig von der Kurbeldrehzahl

db

Dipl.-Ing. D. Bercovitz & Sohn

BERLIN-SCHÖNEBERG

Strom-Unterbrechungen

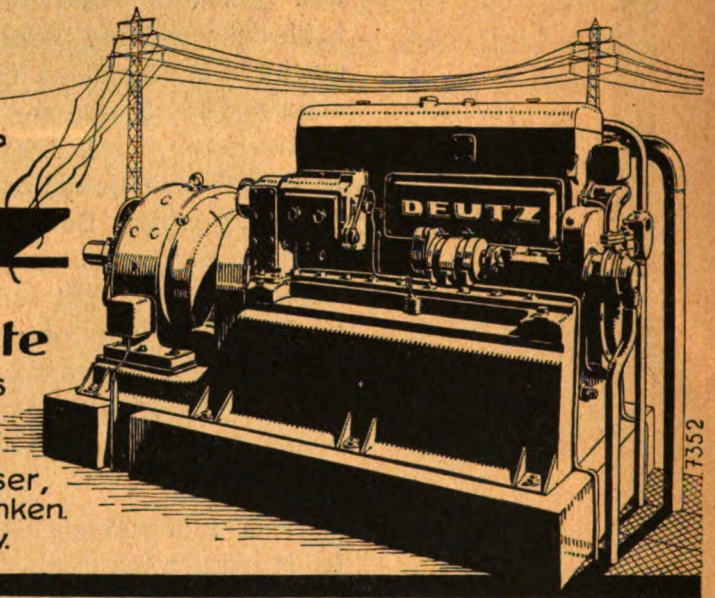
verhindern

DEUTZ

Diesel-Notstrom-Aggregate

die bei Ausbleiben des Stroms automatisch anlaufen und das Netz speisen.

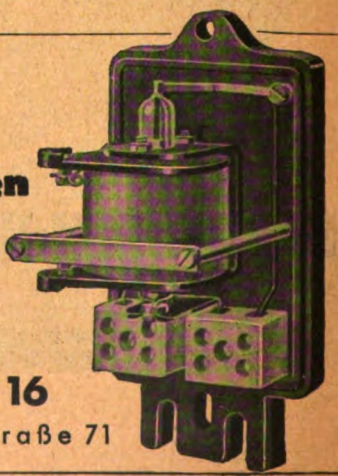
Unentbehrlich für Krankenhäuser, Geschäfts- und Bürohäuser, Banken, Bahnhöfe, Theater, Kinos u.s.w.



Humboldt - Deutzmotoren A. G.
Köln-Deutz Werk Deutz

Relais Schalt-Temperatur-Druck-Verzögerungs-Motor-Relais Treppenautomaten

NEU! Unsere Relais sind jetzt lieferbar in erstklassigen **Bakelitgehäusen**



NEU! Geräuschlose Wechselstromrelais mit minimalem Wattverbrauch

Leichte Bakelit- oder Blechgehäuse
Schwere, wasserdichte Bakelit- oder Gußgehäuse

RIBAU G.M.B.H. **BERLIN SO 16**
Köpenicker Straße 71

Digitized by Google

BERGMANN

AUS UNSEREM LIEFERPROGRAMM:

KABEL

● Starkstrom-Kabel ● Schwachstrom-Kabel
● Garnituren

LEITUNGS-DRÄHTE

● aller Art für Stark- u. Schwachstrom

BERGMANN-ROHR

● Verbleites Bergmann-Rohr ● Bergmann-Stahlpanzer- u. Stahlrohr ● Zubehör

BERGMANN-ELEKTRICITÄTS-WERKE, AKTIENGESELLSCHAFT, BERLIN N 65

WAHNERIT

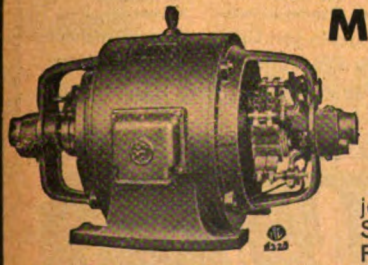
Prüflinge 10 mm stark; Prüfung nach VDE

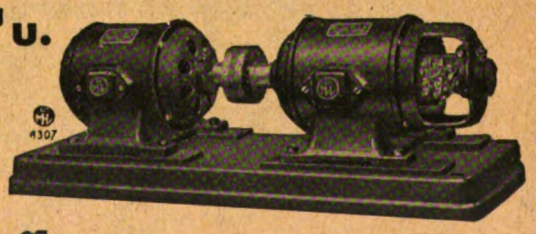
Qualität	Wasseraufnahme nach 4 Tg.	Wasseraufnahme nach VDE	Innerer Widerstand (n. 4 Tg. in 80% rel. Feuchtigk.)	Innerer Widerstand nach VDE	Dielektrische Verluste tgδ bei 800 Hz	Dielektrische Verluste nach VDE
Stanz	5,5 %	5,8 %	16000 MΩ	1000 MΩ	0,03	0,1
Radio	2,5 %	5,8 %	25000 MΩ	1000 MΩ	0,02	0,1
Hochspannung	2 %	5,8 %	35000 MΩ	1000 MΩ	0,01	0,1
Tropen	0,36%	5,8 %	25000 MΩ	1000 MΩ	0,01	0,1

ist ein Bakelit-Hartpapier-Isolationsmaterial, homogen und unhygroskopisch. Wie nebenstehende Tabelle zeigt, gehen die physikalischen Werte von Wahnerit weit über die Mindestzahlen der VDE-Vorschriften hinaus.

ELEKTRO-ISOLIER-INDUSTRIE M.B.H. · WAHN/RHLD.

Einanker-Umformer u. Motorgeneratoren

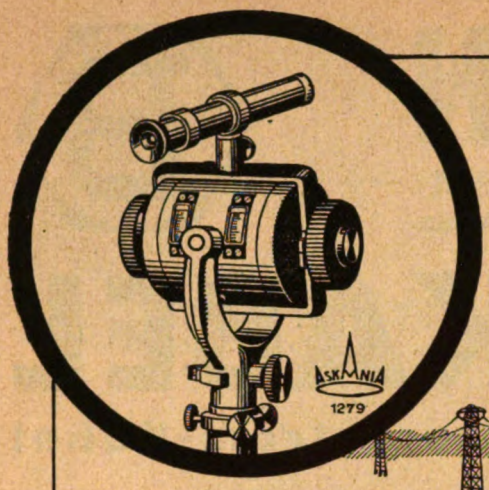


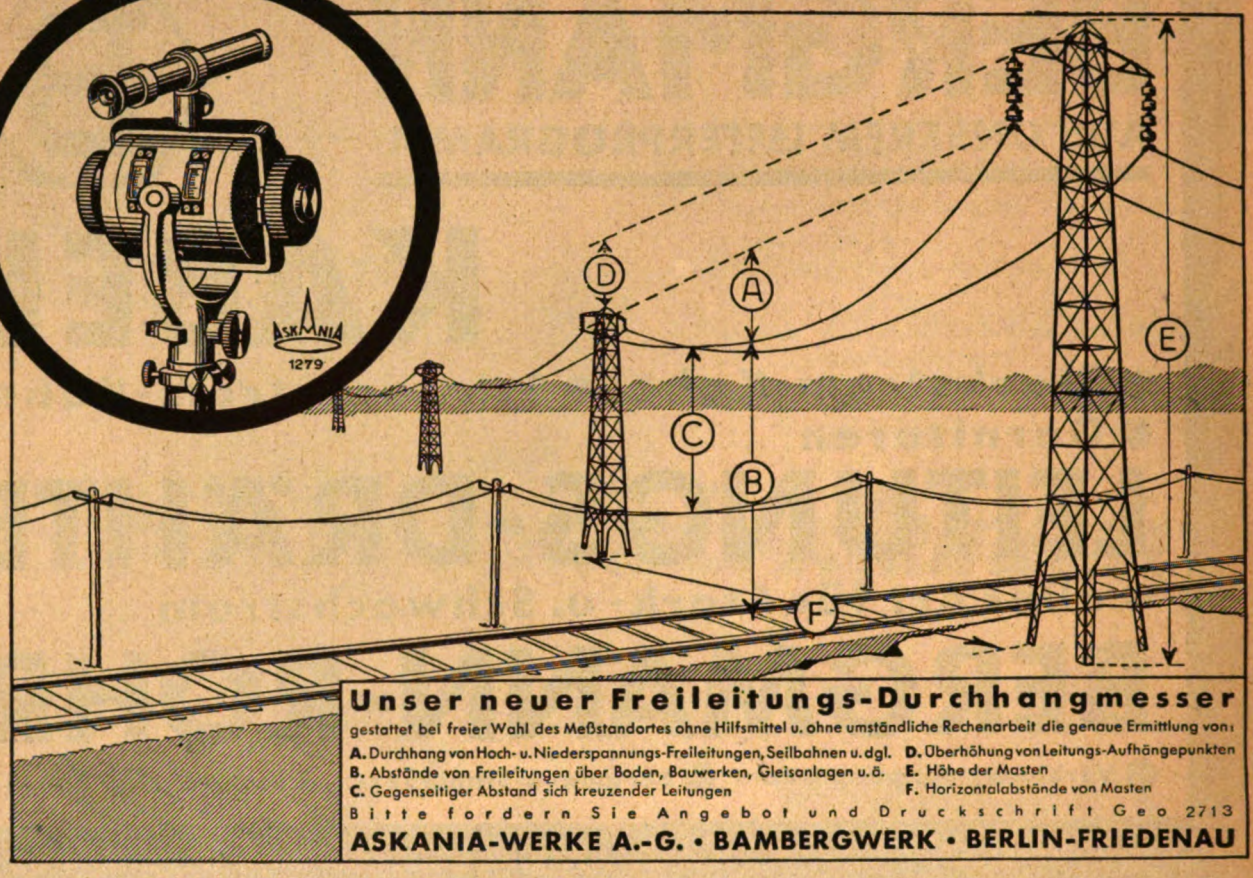


jedweder Art für sämtliche Stromarten, für alle Lade-, Radio-, Verstärker-, Neon-, Handlampen-, Dauerwellen-, Prüf- und Betriebszwecke, für kleine und große Leistungen mit unübertroffen hohem Wirkungsgrad und in eleganter Ausführung.

Max Levy
G. m. b. H.
Berlin N 65 W, Müllerstr. 30 B
Man verlange Liste VII a.

Digitized by Google





Unser neuer Freileitungs-Durchhangmesser

gestattet bei freier Wahl des Meßstandortes ohne Hilfsmittel u. ohne umständliche Rechenarbeit die genaue Ermittlung von:

A. Durchhang von Hoch- u. Niederspannungs-Freileitungen, Seilbahnen u. dgl.
B. Abstände von Freileitungen über Boden, Bauwerken, Gleisanlagen u. ä.
C. Gegenseitiger Abstand sich kreuzender Leitungen
D. Überhöhung von Leitungs-Aufhängepunkten
E. Höhe der Masten
F. Horizontalabstände von Masten

Bitte fordern Sie Angebot und Druckschrift Geo 2713

ASKANIA-WERKE A.-G. • BAMBERGWERK • BERLIN-FRIEDENAU

Hochwertige Magnetspulen

haben statt Litzen

starre Anschlußstücke

Wicklung durch Spezial-Imprägnierung steinhart und unverletzlich

ein neuer Beweis für

die Führerstellung der Fanal-Schütze

METZENAUER & JUNG

Spezialfabrik autom. Schaltapparate

WUPPERTAL-E

Wähle

Porzellan isolierte Wielandklemmen

mit **kittlos** befestigten Spannringen D.R.P.

Nr. 163 - 168 mit **einer** Klemmschraube
Nr. 1643 - 1663 mit **zwei** Klemmschrauben
Nr. 1641 166[illegible] mit **vier** Klemmschrauben

infolge der geringen Größenverhältnisse in allen Anlagen bevorzugt.

Fritz Wieland, Bamberg (Bayern)

Wieland

Digitized by Google

Wir haben unser Calit noch verbessert!

Ries

DIELEKTRISCHER VERLUSTFAKTOR VON CALIT

WELLENLÄNGE	tg δ in 10^{-4} bei 20° C FRÜHER	HEUTE
1000 m 300 kHz	18	**4,1**
300 m 1000 kHz	15	**3,8**
100 m 3000 kHz	13	**3,7**
30 m 10000 kHz	12	**3,4**
6 m 50000 kHz	12	**3,2**

Seine dielektrischen Verluste betragen heute

fast nur noch ¼ der früheren Werte

Dieser ungemein wichtige Fortschritt ist

ohne Herabsetzung der mechan. Eigenschaften

und

ohne Beeinträchtigung der Verformbarkeit

erreicht worden

Wir liefern unser verbessertes Calit ohne jeden Preisaufschlag

Fordern Sie unser Angebot ein

HESCHO

HERMSDORF ≠ THÜRINGEN

ZWEIGNIEDERL. DER PORZELLANFABRIK KAHLA

Digitized by Google

Neu!

Wir bringen eine Neuheit für unsere

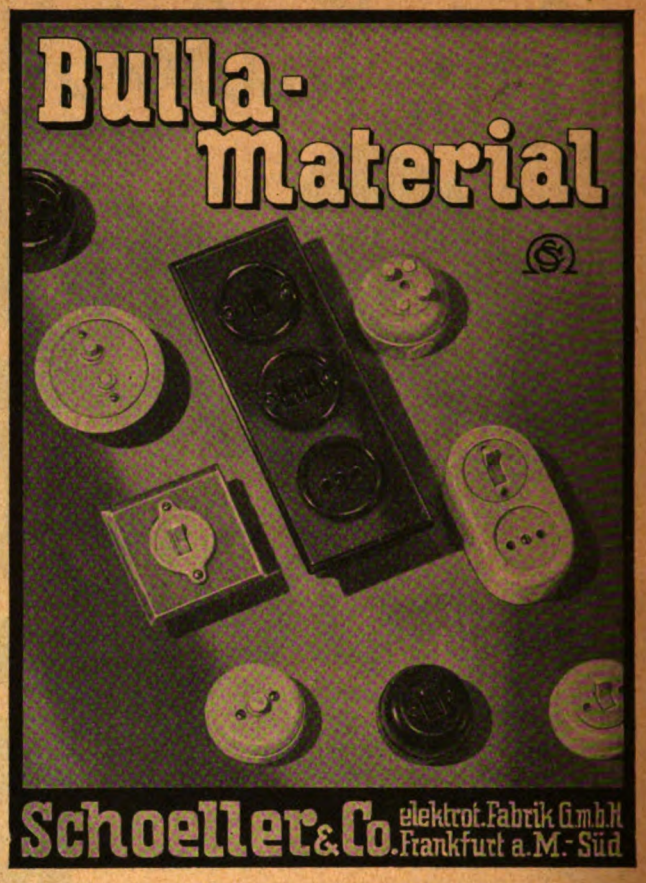
MAVOMETER-FREUNDE

Umschaltbare Vor- und Nebenwiderstände, auch kombiniert, für das

10 eingebaute Meßbereiche!

GOSSEN

FABRIK ELEKTRISCHER PRÄZISIONSMESSGERÄTE ERLANGEN/BAY.



SURSUM

ZÄHLERTAFELN

mit

Überstromautomaten

Neuheit
Kraftzählertafeln
mit
mehrpoligen Automaten

Kurzschlußfeste
Strombegrenzer

Prospekte, Preislisten und Angebote sofort auf gefl. Anfrage

SURSUM Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H. **NÜRNBERG-N**

Digitized by Google

elektrische Meßinstrumente

Meßbrücken und Meßeinrichtungen für alle Kabel- und Leitungsmessungen

Land- u. See-Kabelwerke A.-G.
Köln-Nippes

STAHLBAU-WERKE

aller Art, genietet oder geschweißt, nach eigenen und fremden Entwürfen

für den

Bergbau / Brückenbau / Hochbau
Tiefbau / Schiffbau / Wasserbau

Gittermaste

Stahlspundwände

neuer Bauart auf Grund langjähriger Erfahrungen. Hervorragende Rammfähigkeit besonders durch meißelartige Ausbildung der Schloßspitzen. Wirtschaftliche Ausnutzung des Baustoffes.

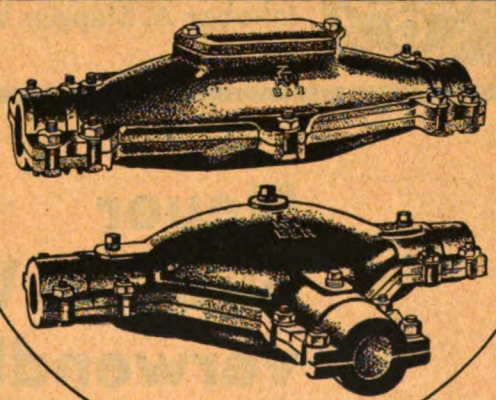
Baustoffe aus eigenen Stahl- und Walzwerken

KRUPP

1287

Fried. Krupp Aktiengesellschaft, Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen (Ndrh.)

B&R
KABEL-MUFFEN

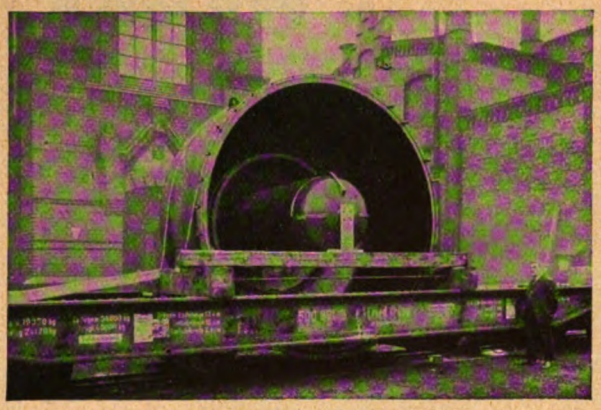


für
VERBINDUNGEN u. ABZWEIGE
aus unserer Großgießerei
zu konkurrenzlos billigen Preisen lieferbar.
Man verlange Sonderangebot für den Gesamt - Jahresbedarf

BOPP & REUTHER G.M.B.H.
Armaturen- und Meßapparate - Fabriken
Gegründet 1872 MANNHEIM-WALDHOF Schutz-Marke

Digitized by Google

Vakuum-Trocken- und Imprägnier-Apparate



für Kabel

PINTSCH

JULIUS PINTSCH AKTIENGESELLSCHAFT BERLIN O 27

Deutsche Zähler-Gesellschaft m.b.H.

Inhaber A. Stepper VDI **Hamburg 15**

Neuer auch als Wattmeter verwendbarer Prüfzähler Type W3kE

Hierzu Aufsatz in diesem Heft Seite 1261

In- und Auslandsvertretungen noch frei

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

BOUND

SEP 17 1935

UNIV. OF MICH.
LIBRARY

UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 08015 0314

Digitized by Google